www.radio.ru

4•2005

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР ПОВОРОТА АНТЕННЫ

- Новое в разработках домашних кинотеатров
- Приемник — радиоточка
- Разработка устройств на ПЛИС
- Таймер для капельной поливки

...и еще 27 конструкций

4
2005

ISSN-0033-765X

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Цифровой индикатор поворота антенны (см. статью на с. 63)

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЛАМПОВЫЕ УМЗЧ С ТРАНСФОРМАТОРАМИ ТАН
УКВ ЧМ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ С ШАГОМ 1 В
СИГНАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ СЛАБОСЛЫШАЩИХ
ГЕТЕРОДИН ДИАПАЗОНА УВЧ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 04.03.2005 г.



4•2005
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.03.2005 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная. Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ОИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 50745.



Радиолюбители и космос

Сегодня широко известно, что на борту Международной космической станции имеется любительская радиостанция, которая дает возможность космонавтам и астронавтам во время длительных полетов поддерживать неформальную связь с землянами. Но сегодня, наверное, не так уж много людей знают, что связка радиолюбители—космос началась с самого первого дня освоения человеком космического пространства — с запуска первого искусственного спутника Земли.

В конце 50-х годов не было большим секретом, что в СССР и США идут работы над созданием искусственных спутников Земли, но детали этой работы держались, естественно, в тайне. И тем не менее информация о готовящемся в СССР запуске ИСЗ и необходимости привлечения радиолюбителей (т. е. "незасекреченных" граждан) к наблюдению за их сигналами появилась задолго до самого запуска. Вот так выглядела эта заметка, опубликованная в январском номере журнала "Радио" за 1957 год.

В течение Международного геофизического года (1 июля 1957 года — 31 декабря 1958 года) в СССР и США будет запущено около 20 искусственных спутников Земли.

Хорошо было бы мобилизовать радиолюбителей на прием радиосигналов, которые будут посылаться спутниками, и сообщение сведений о них в научные штабы.

В этой области радиолюбителям открыт самый широкий путь для многочисленных творческих экспериментов.

. . . .

Так смелее же за дело, товарищи!

От всей души желаю вам успехов в ваших творческих экспериментах!

Заслуженный деятель науки профессор
П. Шмаков

Решение на самом высоком уровне о привлечении радиолюбителей к наблюдениям за сигналами первого спутника было принято на самом высоком уровне в ноябре 1956 года. Один из организаторов радиолюбительства в стране и член редколлегии журнала "Радио" Николай Валентинович Казанский (UA3AF) вспоминал:

"Мне, как представителю радиолюбителей, довелось быть на совещании, на котором присутствовал С. П. Королев. Разговор шел о том, кто и как сообщит о появлении спутника на орбите. "За сколько минут сможете обеспечить такую информацию?" — обратился руководитель совещания к присутствовавшим представителям различных ведомств. Те отвечали неопределенно. Тогда я, будучи молодым и горячим, говорю: "Поручите нам. Ручаюсь, что через 15 минут после того, как один из наших многочисленных пунктов примет сигнал спутника, сведения об этом будут на нашей центральной радиостанции в Расторгуеве". Так эту очень ответственную миссию поручили радиолюбителям."

Началась большая работа по подготовке радиолюбителей к приему сигналов ИСЗ. В каждом номере журнала "Радио" стали публиковаться статьи, рассказывающие об ИСЗ и их орбитах, а также описания практических конструкций приставок для регистрации принимаемых с борта ИСЗ сигналов и т. д. Проводились сборы радиолюбителей, на которых отрабатывались методики наблюдений, в частности, включая и "имитацию ИСЗ" — маленьким передатчиком на частоту 20 МГц, который "катали" на самолете над местом сборов.

Запуск 4 октября 1957 года первого в мире ИСЗ ошарашил Запад. Шел Международный геофизический год, и по "правилам игры" предполагалось, что страны—участницы будут заблаговременно информировать друг друга о проектах подобного рода. Но на возникшие претензии со стороны иностранных коллег наши специалисты отвечали очень просто: "А мы и не делали тайны! Посмотрите публикации в журнале "Радио!". Конечно, из этих публикаций нельзя было определить дату запуска, но понять или даже, скорее, почувствовать, что мы находимся накануне этого исторического события, было легко.

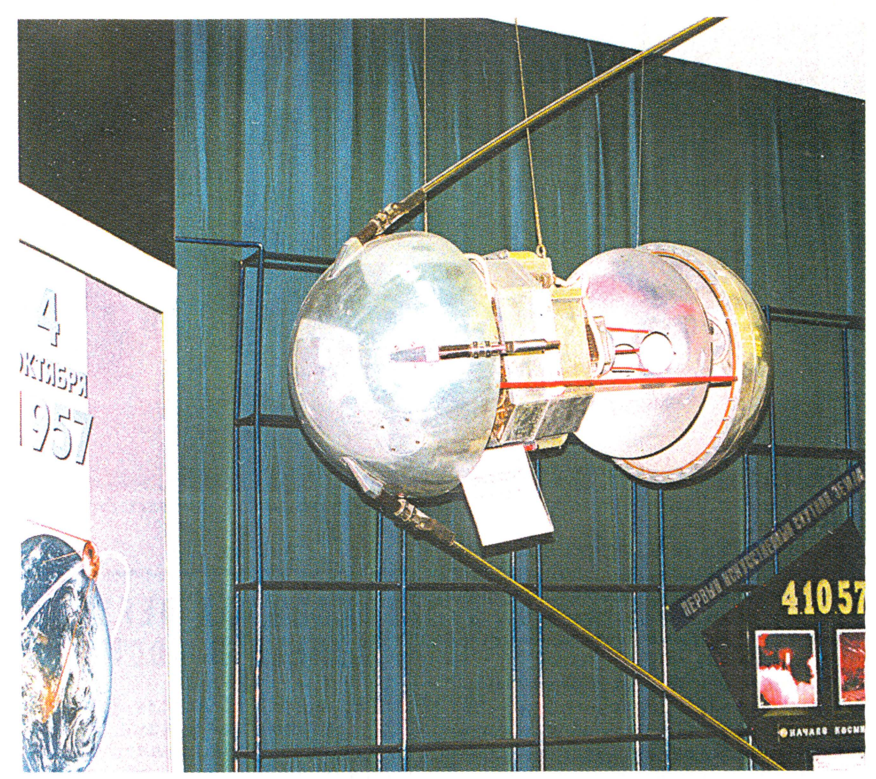
И снова к воспоминаниям Николая Валентиновича Казанского.

"В подмосковное Расторгуево (прим. — там находилась радиостанция Центрального радиоклуба СССР) привезли передвижную радиорелейную станцию, через которую и надо было передать сообщение.

И вот 4 октября 1957 года. Нервы напряжены до предела. Проверяем линии связи, аппаратуру. Ждем. Вдруг начальник коллективной станции в Расторгуеве Федор Росляков кричит: "Есть!"... Через четыре минуты диктор Всесоюзного радио Ю. Левитан объявил о запуске в Советском Союзе искусственного спутника Земли. Радиолюбители "схватили" спутник на самом первом его витке."

И пошли будни наблюдений за сигналами первого спутника, в Москву стали поступать отчеты и сотни километров магнитной ленты с записями сигналов ИСЗ. Массовый характер этих наблюдений позволил получить достоверные результаты по неизведанной еще в то время радиосвязи с космосом. Ученые высоко оценили вклад радиолюбителей.

Анализ материала позволил получить сведения о качественных и количественных характеристиках принимаемых со спутников сигналов, наличии замираний сигналов и их разновидностях, причинах возникновения замираний и основных закономерностях изменения их параметров. Собранные данные помогли в изучении условий распространения радиоволн в ионосфере. По этим данным советским исследователям удалось впервые получить уни-

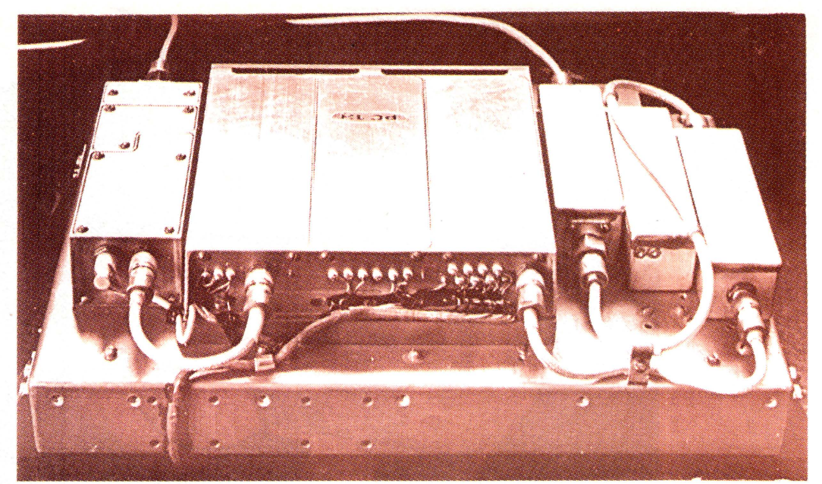


Вот так выглядел первый искусственный спутник Земли.



Радиолюбителям в подтверждение из сообщений о приеме сигналов первого ИСЗ рассылались памятные карточки.





Комплект бортовой аппаратуры нашего первого любительского спутника.

кальные сведения об ионосфере и нерегулярных процессах, протекающих в ней, изучить ионосферные неоднородности электронной плотности и установить характер их суточных и сезонных изменений.

Статистический анализ экспериментальных данных, полученных при непосредственном участии радиолюбителей, позволил также изучить ряд вопросов, связанных со степенью и характером влияния неоднородной структуры ионосферы на передаваемую по космическим радиолиниям информацию. В итоге были разработаны некоторые практические рекомендации по проектированию и созданию космических радиолиний связи повышенной надежности.

Большое практическое значение имело также изучение на базе анализа радионаблюдений таких явлений, как "радиовосход" и "радиозаход", "кругосветное эхо", замирания сигналов и эффект Доплера (связанные с движением спутника по орбите), поляризованные замирания и мерцания радиосигналов спутников.

А потом на несколько лет связка радиолюбители — космос ослабла. Прорыв человека в космос 12 апреля 1961 года поднял волну энтузиазма у радиолюбителей. Появилась надежда на установление со временем первой любительской радиосвязи с космонавтом. Также думал и первый космонавт планеты. Вот строки из его письма читателям журнала "Радио" в связи с годовщиной первого полета в космос.

ГОДОВЩИНА ПЕРВОГО ПОЛЕТА В КОСМОС

Год назад, 12 апреля 1961 года, разумом и руками, волею и настойчивостью миллионов советских людей, строящих светлое завтра — коммунизм — была осуществлена извечная мечта человечества: впервые в истории человек побывал в космосе! Триумф советской науки и техники был подготовлен огромной и многогранной работой советских ученых, инженеров и рабочих.

За полетом корабля-спутника следили и Вы — тысячи советских радиолюбителей. И если его программой была предусмотрена двухсторонняя радиосвязь лишь между кораблем и специальными наземными пунктами наблюдения, то можно не сомневаться, что в будущих космических полетах нашим летчикам-космонавтам безусловно удастся вести радиосвязь и с Вами — радиолюбителями, активными читателями нашего журнала «Радио». Таким образом, и Вы будете включены в число непосредственных участников, обеспечивающих полеты наших космических кораблей.

Желаю Вам, дорогие товарищи, дальнейших успехов в Вашей работе.

Майор Юрий Гагарин,
летчик-космонавт СССР,
Герой Советского Союза

Но пока не начались длительные полеты на орбитальном комплексе "Мир", об этом можно было только мечтать... Попытки журнала "Радио" "протолкнуть" любительскую радиосвязь на борт космических кораблей неизменно встречали до этого вежливый отказ.

Сотрудники журнала не привыкли сидеть без дела и ждать "у моря погоды". При редакции был создан Координационный совет, задачей которого стала проработка вопросов создания радиолюбительских спутников. Результаты работы этого совета были одобрены на государственном уровне, и в лаборатории ДОСААФ и в студенческих коллективах закипела работа по созданию радиолюбительских ИСЗ. Первый из них вышел на орбиту 26 октября 1978 года, а сегодня число таких ИСЗ, созданных в нашей стране, перевалило на второй десяток.

Снова возникла пауза — работа над радиолюбительскими ИСЗ стала рутинной. И вдруг в январе 1988 года звонок из Центра управления полетами — космонавт Муса Манаров хотел получить на орбите свежие номера журнала "Радио"! Пакет с журналами и приветственным письмом, в котором была осторожная фраза о любительской радиосвязи, ушел с ближайшим "грузовиком" на борт "Мира". Последовал быстрый ответ — присылайте радиостанцию. С помощью "нашего человека в ЦУПе" — правнука К. Э. Циолковского — Сергея Самбурова (RV3DR) удалось подготовить комплект аппаратуры и антенну в соответствии с некоторыми специфическими "космическими" требованиями и организовать их доставку на борт орбитального комплекса "Мир".

Во время одного из выходов в открытый космос Муса Манаров установил на корпусе комплекса антенну. И вот, 12 ноября 1988 года в 17.40 по бортовому времени была установлена настоящая радиолюбительская связь Космос—Земля. Слово "настоящая" здесь употреблено не случайно. Первыми здесь

СЛУЖБА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ | SPACEFLIGHT CONTROL DIVISION



ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ | SPACEFLIGHT CONTROL CENTRE

Главному редактору
журнала "Радио"
тов. ГОРОХОВСКОМУ А.В.

Руководство полетом и космонавты В.Г. Титов и М.Х. Манаров дали согласие на использование радиолюбительской станции на борту орбитального комплекса "Мир" для ведения радиосвязи с радиолюбителями.

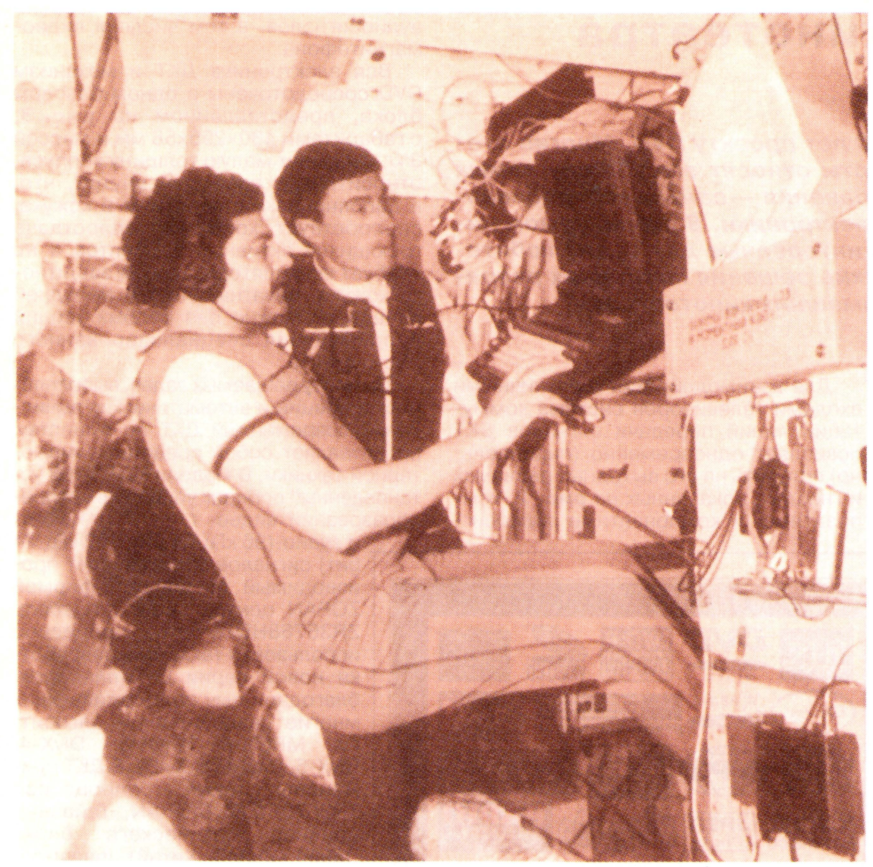
Техническую реализацию этого вопроса прошу согласовать с нашим представителем тов. Самбуровым Сергеем Николаевичем.

Заместитель руководителя полета [подпись] В.Д. БЛАГОВ
8. 6. 88 г.

СССР
141070, Калининград,
Московская область.
Телефон 581-30-00

Историческое письмо-согласие Центра управления полетами на использование любительской радиостанции на "Мире".





Встреча радиолюбителей на орбите — Муса Манаров (U2MIR) и Сергей Крикалев (U5MIR). Справа внизу — радиостанция и пакетный контроллер.

были американцы. Но радиосвязи "по расписанию" и с выделенными корреспондентами (а иного в коротких полетах "Шаттлов" и быть не могло) — это все-таки не настоящее радиолюбительство, не путешествие по волнам эфира.

Вместе с любительской радиостанцией на борт "Мира" ушел и "Справочник коротковолновика". По нему космонавты изучали основы любительской связи, а при необходимости занятия проводились заочно — по служебному каналу радиосвязи. На земле занятия по любительской радиосвязи перед полетами проводились несколько лет непосредственно в редакции журнала "Радио" до того момента, когда соответствующие учебные полигоны не были развернуты в РКК "Энергия", Центре управления полетами и в Центре подготовки космонавтов.



Б.Г.Степанов

(UW3AX)

СПРАВОЧНИК КОРОТКО-ВОЛНОВИКА

Издание 2-е, переработанное и дополненное

U1MIR В.ТИТОВ.

U2 MIR М.МАНАРОВ.

U3MIR В.ПОЛЯКОВ.

U4MIR А.ВОЛКОВ.

U5MIR С.КРИКАЛЕВ.

МОСКВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР

1986

По этой книге учились первые космонавты-радиолюбители. Этот экземпляр возвращен автору с орбиты, а дубликат разделил судьбу "Мира".

Любительскую радиосвязь признали и профессионалы, и изучение ее стало обязательным элементом подготовки для космонавтов и иностранных астронавтов, которые в составе международных экипажей работали на орбитальном комплексе "Мир". И тысячи радиолюбителей—землян получили возможность напрямую общаться с космонавтами. Впрочем, любительский канал связи был не только средством психологической разгрузки космонавтов, но и резервным каналом связи. И однажды был использован и в этом качестве при возникшей на борту нештатной ситуации.

И вот "Мира" не стало. Но любительская радиосвязь уже вошла в сердца космонавтов, и поэтому одним из первых комплексов, который заработал в полном объеме на Международной космической станции, был комплекс радиолюбительской аппаратуры. И это заслуга одного из самых опытных космонавтов и настоящего радиолюбителя Сергея Крикалева (U5MIR). И мы надеемся, что этот, пусть не очень большой, но греющий душу и космонавтам и землянам аспект орбитальных полетов на МКС будет не только поддерживаться в существующем виде, но и развиваться.

Почти 50-летнюю историю связки радиолюбители—космос невозможно рассказать в одной журнальной статье. Тем, кто интересуется этим аспектом истории отечественного радиолюбительства, можно порекомендовать полистать подшивки журнала "Радио".



В редакции журнала Борис Степанов (RU3AX) ведет занятия по пакетной радиосвязи с Сергеем Крикалевым (U5MIR) и Анатолием Арцыбарским (U7MIR).

Три домашних кинотеатра

В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

В текущем году исполняется 10 лет проекту DVD. Многие отечественные и зарубежные эксперты относят его к числу самых успешных, а по темпам распространения — самым востребованным за всю историю домашней электроники. В публикуемом ниже кратком обзоре рассмотрены интересные для радиолюбителей (по мнению автора) технические решения последних разработок относительно недорогих домашних кинотеатров.

Совместное авторство в разработке универсального оптического видеодиска Digital Versatile Disk (DVD) принадлежит голландской компании PHILIPS и японской фирме SONY. С 1995 г. на его основе собственниками патента и множеством других фирм были выпущены тысячи моделей радиоаппаратуры. Сейчас оборот техники DVD исчисляют десятками миллиардов долларов, что содействует даже укреплению экономики некоторых стран.

В России ежегодно продают миллионы DVD-плейеров, в том числе и домашних кинотеатров (ДКТ), их содержащих. Налажен выпуск наборов, реализующих ДКТ и получивших наименование "кинотеатр из одной коробки" (от вольного перевода с англ. Home Theatre in a Box). Совсем недавно их продавали за более чем одну тысячу долларов США, а сейчас — по весьма умеренным ценам, доступным более широкому кругу. Понижение цен произошло благодаря достижениям микроэлектроники, лучшей организации (в том числе и международной кооперации) и автоматизации производства. Основные качественные характеристики при этом сохранились. Успехи современных технологий позволяют производить такие изделия еще и с расширенным набором функций. У отдельных моделей их может быть несколько десятков.

DVD Home Theater System модели H-HT5106 — домашний видео/фото/музыкальный театр (мультимедиацентр) производства южнокорейской корпорации HYUNDAI, изображенный на **рис. 1**. Перечень его возможностей содержит более 50 позиций. Большой их ряд (неполный) представлен в виде популярных символов и логотипов на экране телевизора. В дополнение к этому ряду следует добавить, что мультимедиацентр обеспечивает воспроизведение телевизионной картинки в форматах 4:3 и 16:9 и звуковое сопровождение на восьми языках, а также имитацию семи типов помещений (комнаты, холла, мансарды, ванной и др.). Кроме того, показ фотографий (слайд-шоу) возможен под музыкальное сопровождение.

Для взаимодействия с различными входами телевизоров система коммутации линий передачи сигналов ДКТ позволяет одновременно (параллельно) получать на его выходных разъемах и гнездах, показанных на **рис. 2**, композитные и компонентные видеосигналы. На случай замены собственного усилителя ЗЧ внешним, кроме аналоговых, предусмотрены цифровые (коаксиальный и оптический) аудиовыходы. Два раздельных входа AUX (сокращение от англ. auxiliary — дополнительный) предназначены для подключения внешних источников аналоговых аудиосигналов, в том числе и видеомагнитофона.

Рис. 1

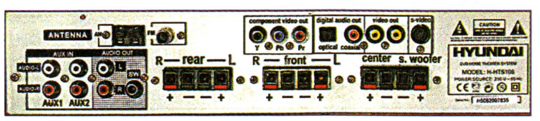


Рис. 2

Вся электроника ДКТ и механизм DVD сосредоточены в одном базовом блоке, представленном на **рис. 3**, с габаритами 430×295×58 мм и массой 3 кг. Он имеет малую толщину корпуса, относительно свободен внутри, что, в дополнение к отверстиям в кожухе, способствует хорошей теплоотдаче греющихся активных элементов и не требует вентилятора. Снятие защитного кожуха, печатных плат и передней панели возможно без особых усилий и применения специализированного инструмента.

По числу решаемых задач, выполняемых операций и автоматических вычислений современный ДКТ, по существу, представляет собой средство компьютерной техники. В модели H-HT5106 установленный порядок управления и преобразований видео- (108 МГц/12 бит) и аудио-(96 кГц/24 бит, 192 кГц/24 бит) сигналов обеспечивает производимый тайваньской фирмой ZORAN центральный процессор ZR36768HQC. Этот процессор использован также для разработки новой серии DVD-плейеров, благодаря ему поддерживающих многие разновидности алгоритма MPEG-4 (DivX-3, DivX-4, DivX-5, DivX-Pro, XviD). В ДКТ применены также сопроцессор ZR36707TQC (ZORAN, Тайвань), драйвер оптического блока D5954 (CHMC, Китай), флэш-память TE28F160 (INTEL, США), память M12L16161A (ESMT, Тайвань) и усилители TDA7269A (STMicroelectronics) в УЗЧ.

Этот ДКТ — результат рационального стремления к объединению в одном корпусе AV-усилителя (ресивера) и DVD-проигрывателя (в первых образцах усилитель помещали в сабвуфер). В последних разработках, в том числе и в HYUNDAI — H-HT5106, применены усилители класса D, имеющие больший КПД, менее греющиеся и потому меньших размеров.

В описываемом ДКТ мощность шестиканального усилителя для двухполосных фронтальных, тыловых и центрального громкоговорителей равна 30 Вт, а сабвуфера — 60 Вт. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) в интервале 20 Гц...20 кГц имеет неравномерность не более ±3 дБ, динамический диапазон — более 76 дБ, разделение каналов — более 30 дБ.

В малогабаритных фронтальных звуковых колонках верхнюю механически неразъемную половину можно повернуть вокруг оси относительно опорной нижней с целью устранения нежелательных послезвучий и призвуков, возникающих в закрытых помещениях. В случаях эксплуатации ДКТ с выключенными тыловыми колонками поворотные части фронтальных излучателей используют для формирования пространственного звукового поля путем отражений от

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

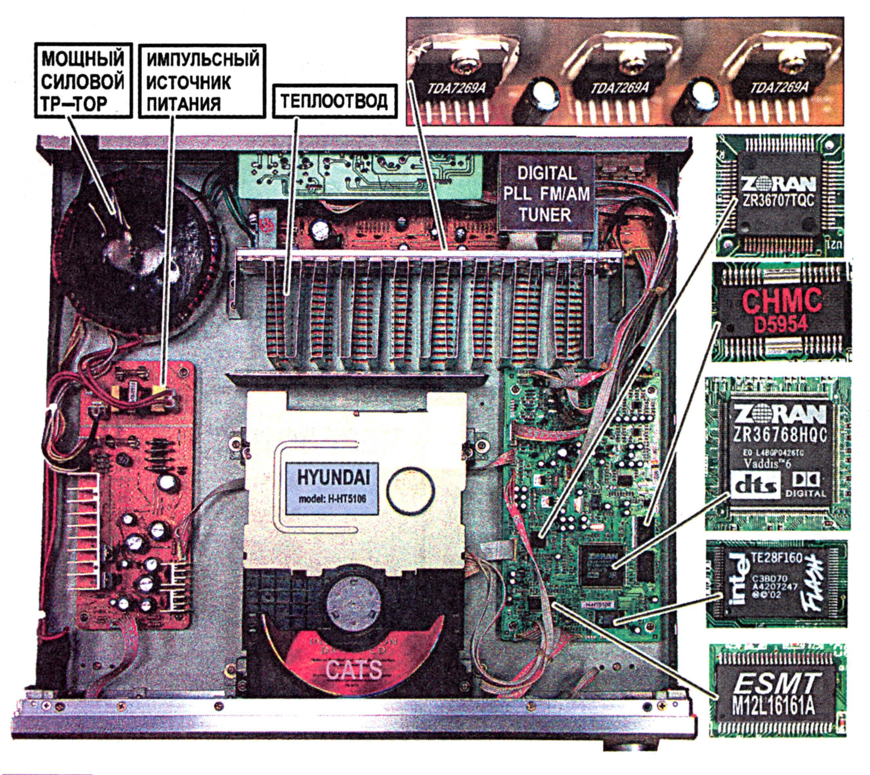


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

стен. Импульсный источник питания обеспечивает получение стабильных напряжений при изменении напряжения в электросети в пределах от 110 до 240 В (50 Гц).

При создании музыкальных образов DVD-плейеры и ДКТ проявили себя как устройства "двойного назначения". Они позволяют не только слушать музыкальное содержание произведения, но также и видеть его исполнителей. Фактически они подменили собою сравнимые по качественным характеристикам CD-плейеры и ограничили их применение, а также и CD-носителей.

Не только в зарубежных, но и в отечественных магазинах сейчас продают много музыкальных DVD-Video с записями популярной и классической (инструментальной, оперной) музыки в стереофоническом и мультиформатном виде, как иллюстрирует **рис. 4**. Это означает, что не только в театре или концертном зале, но и в домашних условиях можно видеть солистов, музыкантов групп и оркестров, дирижеров на самых знаменитых и престижных сценах, в лучших фильмах и видеоклипах. Для тех же, кто желает только слушать музыку, изображение можно выключить.

DVD Sistem — 3Spot Surround XV-DV323 — многофункциональный ДКТ разработки известной японской фирмы PIONEER, показанный на **рис. 5**. Он обладает схожими возможностями, что и рассмотренный ДКТ, по собственному воспроизведению оптических носителей и взаимодействию с внешней медиатехникой. Он отличается конструкцией основных звуковых колонок. Их верхние части можно не только повернуть вокруг оси, но и снять с нижних оснований-пьедесталов и переместить на заднюю стену комнаты прослушивания для выполнения там функций тыловых звуковых излучателей. Электрическое подключение к пьедесталу происходит через предусмотренный между частями разъем. При этом цепи проводов, соединяющих подвижные головки с базовым блоком, будут выключены. Сабвуфер АС имеет толщину всего 9 см, позволяющую располагать его не только вертикально (позади стойки с радиоаппаратурой или вешать на стену), но и горизонтально (например, под шкафом, креслом). Выходная мощность цифрового усилителя DSC-323 — 100 Вт×5, сабвуфера — тоже 100 Вт.

Применительно к музыкальным DVD-Video универсальные звуковые колонки этого ДКТ предоставляют дополнительную возможность слушать стереофоническое сопровождение видеоряда совместно с центральным громкоговорителем при размещении их в трех точках по фронту (особенно при разносе крайних более чем на 5 м). Пользователям музыкальных DVD хорошо известны множества кадров видеоклипов и спектаклей, в которых голоса исполнителей (или звуки инструментов ансамблей, оркестров) не всегда соответствуют, например, серединному положению их на экране (то же самое бывает и в звукорежиссуре компакт-дисков, но оно на слух не так заметно). Следует вспомнить, что на необходимость введения центрального акустического излучателя было сразу же обращено внимание в кино при внедрении там стереофонии. Поэтому определенно можно говорить о том, что, по аналогии с кино, наличие центральной колонки желательно и в музыкальной стереофонии, особенно при использовании DVD-Video и приеме телевизионных (наземных, спутниковых) программ со стереозвуком.

На волне успешного продвижения системы 5.1 DVD-формата Х. Томлинсон — разработчик THX-правил аттестации (Tomlinson Holman's eXperiments) бытовой электронной техники — на выставке CES-1999 в Лас-Вегасе (США) анонсировал девятиканальный комплект радиоаппаратуры ДКТ. Однако предложение до сих пор не получило ожидавшегося понимания в потребительской среде. В противоположность этому отдельные фирмы, в том числе, например, PIONEER, наладили серийный выпуск ДКТ с уменьшенным до трех числом акустических излучателей, обеспечивающих объемное присутствие (как в предыдущей описанной модели).

Рис. 6

В компании BOSE (США) разработчики пошли также по пути сокращения числа излучателей. **Bose 3-2-1 DVD Home Entertainment System** — интегрированный медиацентр разработки и производства названной именитой фирмы (**рис. 6**). В отличие от большинства конструирующих акустические излучатели фирм старейшая компания с миллиардным (в долларах США) годовым оборотом специализируется на высококачественных АС малых размеров. Несмотря на кажущуюся внешнюю простоту, ее звуковые колонки содержат неординарные технические решения. Некоторые модели, сотни раз усовершенствованные, сохраняют первоначальную исходную форму, их выпускают десятилетиями. Многие фирмы, наладившие производство собственных малогабаритных акустических боксов, повторяют путь BOSE по лицензиям (в том числе отмеченные HYUNDAI и PIONEER на примере поворотных головок АС).

Для создания пространственного звукового поля в описываемой модели предусмотрено всего три акустических излучателя (трифоник) — две фронтальные звуковые колонки и сабвуфер. Разработчики аппарата считают, что сочетание цифровых аудиопроцессоров, двух фирменных AAS (Articulated Array Speaker) — всенаправленных фронтальных громкоговорителя и сабвуферного AM-модуля (Acousticmass Module) TS (TrueSpace), достаточно верно передающего низкочастотные звуковые эффекты, в состоянии подменить традиционные ДКТ и можно отказаться от центрального и тыловых громкоговорителей. Акустические явления в таком ДКТ графически показаны на **рис. 7** (в авторском понимании).

Габариты составляющих комплекта такие: базовый блок — 339×260×104 мм; звуковые колонки — 142×105×64 мм; сабвуфер — 222×485×367 мм. Питается ДКТ от сети 120/220 В, потребляемая мощность — 300 Вт.

Для радиолюбителей изложенные технические решения недорогих серийно выпускаемых изделий интересны, по мнению, автора, в плане наглядной иллюстрации подхода к роли звуковых колонок ДКТ и последующему самостоятельному изготовлению (повторению) конструкций. Желательной можно считать любую творческую деятельность, направленную на достижение уровня или совершенствование качественных характеристик фирменных изделий. Можно сказать, например, что при прослушивании спутниковых телевизионных и DVD-музыкальных композиций в качестве центрального излучателя вполне можно использовать обычно всегда имеющийся под рукой громкоговоритель телевизора (как в моно-, так и в стереоварианте). Считаю (на основе многолетнего опыта), что расположенные по фронту звуковые колонки в сочетании с акустикой телевизора и сабвуфером (предпочтительно без фазоинвертора) создают ощущения, в большей мере соответствующие происходящему на экране и замыслам звукорежиссера воспроизводимого оригинала как в популярной, так и классической музыке. Сабвуфер желателен в комплекте из-за возможности получения в нем оптимальной громкости низких частот.

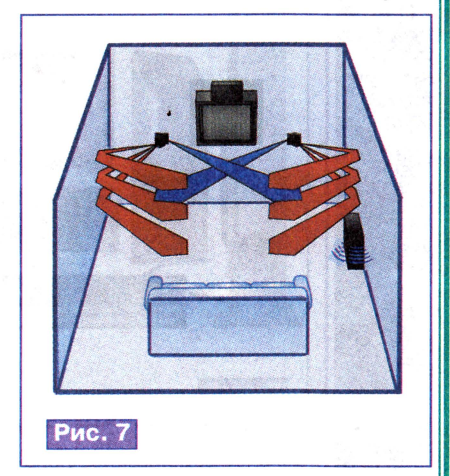


Рис. 7

Редактор — А. Михайлов, иллюстрации — автора

Регулировка и ремонт стереофонических видеомагнитофонов

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

В начале публикуемой здесь статьи автор кратко касается проблем сохранности записей видео- и звуковой информации на различных носителях, считая более долговечной запись на видеокассетах, и надежности самой аппаратуры. В остальной части материала подробно рассказано о замене узлов, связанных с блоками головок и ЛПМ, а также о регулировке стереофонических видеомагнитофонов на примере аппаратов PANASONIC с К-механизмом фирмы MATSUSHITA.

Давно прогнозируемая массовая замена видеомагнитофонов дисковыми рекордерами (в Москве такие аппараты продают) в регионах России не началась и в 2004 г. Наличие в прайслистах большинства магазинов бытовой электроники рекордеров DVD и HDD — большая редкость. Причем появляющиеся в продаже модели не пользуются широким спросом. Их даже уценяют: в одном из магазинов цена на DVD-рекордер PHILIPS была снижена с 27 до 21 тыс. руб. (летом 2004 г.).

Неожиданной проблемой самих записываемых дисков CD-R, а возможно, и DVD-R, оказалась недолговечность записей. Один из читателей журнала "Салон AUDIO & VIDEO" [1], собирающий фонотеку на дисках CD-R, получил сведения о том, что записи на них сохраняются совсем не десятки лет, как утверждают производители, а всего лишь один-два года. Эксперты журнала подтвердили эти сведения. Так, диски CD-R фирмы RITEK, выпускаемые под самыми разными торговыми марками, в том числе широко известными PHILIPS, TDK, MEMOREX, DYSAN, TRAXDATA и др., действительно в течение одного-двух лет теряют информацию. А следует заметить, что два-три года назад записываемые диски фирмы RITEK составляли около 30 % Российского рынка таких дисков [1].

Другим неприятным моментом следует указать "китайский" фактор, из-за которого конкурентная борьба производителей электроники стала особенно острой. Они вынуждены существенно снижать цены на изделия, чтобы сохранить объемы продаж и конкурентоспособность продукции. Для этого им приходится идти даже на компромиссы при разработке и конструировании аппаратуры, что, конечно, отражается и на ее надежности, а в определенной степени и на качестве. В частности, можно отметить такой факт: практически все производители жестких дисков, кроме фирмы SAMSUNG, снизили гарантийный срок на них с трех лет до одного года [2].

Недолговечными оказались и многие проигрыватели DVD. Работоспособность одного из их главнейших узлов — оптического блока — иногда не обеспечивается даже в пределах гарантийного срока, а случаев необходимости его замены сразу после окончания этого срока очень много. Причем стоимость ремонта часто соизмерима, а иногда и больше цены ряда новых, прежде всего китайских, проигрывателей. Особенно быстро возникают проблемы со считыванием записываемых дисков (DVD-R, DVD-RW). Уменьшающаяся по мере эксплуатации мощность излучения лазерных диодов приводит к потерям считываемого сигнала с таких дисков в первую очередь.

В то же время давно "списанные" со страниц многих специализированных журналов видеомагнитофоны (и кинескопные телевизоры) все еще имеют одно несомненное преимущество — они просто есть как на прилавках магазинов, так и в огромном количестве в эксплуатации у населения. Проблем с ценами, надежностью и сохранностью записей, в том числе музыкальных, на видеокассетах, как правило, не возникает. Например, у автора имеется фонотека музыкальных записей Hi-Fi на видеокассетах как с изображением, так и без него, сделанных еще в начале 90-х годов да еще и на замедленной скорости LP, и эти записи все еще воспроизводятся без сбоев.

Подтверждением высокой долговечности и перспективности современных ленточных носителей можно назвать тот факт, что ряд ведущих фирм с мировой известностью (IBM, Hewlett Packard, Seagate) разработал открытый стандарт LTO (Linear Tape Open) записи на магнитную ленту. С 2000 г. уже производят устройства записи/чтения LTO Ultrium. К 2004 г. эта технология получила уже довольно широкое распространение. В настоящее время производят два поколения устройств на основе формата LTO Ultrium: LTO1 и LTO2.

Основные особенности аппаратуры LTO1 следующие. Один картридж (кассета) обеспечивает хранение 100 ГБ ($100 \cdot 10^9$ байт) информации. Скорость записи/чтения — 15 МБ/с. Запись ведется на 384 линейные дорожки. Само ленточное устройство имеет встроенный алгоритм сжатия LZ1, который позволяет увеличить емкость хранения до 200 ГБ при скорости считывания 30 МБ/с.

Оборудование LTO2 позволяет хранить 200/400 ГБ информации на одном картридже. Скорость записи/считывания на 512 линейных дорожках — 35/70 МБ/с. Разработано третье поколение аппаратуры LTO Ultrium, позволяющее вдвое увеличить емкость хранения и скорость считывания на один картридж. В 2000 г. был проведен успешный эксперимент по записи 1 ТБ (10^{12} байт) несжатой информации на один картридж при использовании 1216 дорожек.

Заявленный срок хранения информации на картридже LTO — 30 лет. Во время работы аппаратуры головки не касаются магнитного слоя ленты, что обеспечивает сохранность как самих головок, так и ленты. Предусмотрен ряд мер, позволяющий значительно повысить сохранность записанной информации (дополнительные серводорожки, запись избыточного кода и др.), что позволяет считывать сведения даже при повреждении ленты.

На основе устройств LTO1, LTO2 выпускают одиночные ленточные приводы и роботизированные библиотеки, рассчитанные на хранение и обслуживание больших объемов информации в составе цифровых архивов. Одна ленточная библиотека (аппаратурная стойка) может хранить до 1 ПБ (10^{15} байт) несжатых сведений. Как показал эксперимент по записи 1 ТБ информации, ленточная технология LTO Ultrium имеет огромный потенциал развития на основе уже существующей конструкции и используемых принципов (возможно создание оперативных и долгосрочных архивов информации, резервное копирование данных, защита их от катастроф и т. д.) [3].

Наконец перейдем к теме, указанной в заголовке статьи. Потребность в регулировке видеоаппаратов может возникнуть после замены верхнего цилиндра (ВЦ) БВГ, направляющих стоек и некоторых других узлов ЛПМ, а также в связи с естественным износом. Стереофонические видеомагнитофоны (СВМ) и видеоплейеры (СВП) требуют регулировки значительно раньше, чем монофонические. Качество воспроизведения и записи в каналах Hi-Fi может стать неприемлемым уже после 1,5...2 тыс. ч эксплуатации аппаратуры (в зависимости от конструкторского исполнения ЛПМ и качества его узлов). Степень ухудшения качества зависит от многих факторов. Однако основное проявление неудовлетворительной работы СВМ и особенно некоторых моделей СВП заключается в значительном увеличении уровня треска и щелчков, которые становятся особенно заметны при работе аппаратов в системах домашнего кинотеатра на больших уровнях громкости.

Качество звука СВМ Hi-Fi определяется схемотехникой их звуковых трактов, параметрами предварительных усилителей, конструктивными особенностями их связи с БВГ, параметрами и состоянием видеоголовок и некоторыми другими факторами. Однако в первую очередь качество записи и воспроизведения зависит от точнос-

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

Таблица 1

Тип ВЦ	Число головок	Модели
VEH0668	4	NV-HP10EU
VEH0714	4	NV-SR70/80/90
VEH0601	6	NV-HD70/90/95/100, AG-5260
VEH0651	7	NV-HS800/1000, AG-4700E (АВГ), S-VHS
VXP1515	6	NV-HD750AM
VXP1553	6	NV-HD650EE (АВГ)
VXP1561	7	AG-4700EY (АВГ), S-VHS
VXP1742	6	NV-HD650AM/750AM
VXP1747	7	AG-4700BY (АВГ), S-VHS
VXP1794	6	NV-HD660EG (АВГ)
VXP1836	6	NV-HD650AM

ти следования вращающихся звуковых головок по строкам магнитной сигналограммы на ленте.

В СВМ VHS/S-VHS для режимов SP и LP используют видеоголовки с различной длиной зазора — около 50 мкм для SP и 25 мкм для LP. При этом запись происходит без межстрочных промежутков. В некоторых моделях СВМ и СВП реализуется и работа на втрое пониженной скорости в системах PAL/SECAM с двухголовочным БВГ — EP(SLP). К таким аппаратам относится, например, выпускаемый с 2001 г. СВП PANASONIC — NV-FJ8MK2AM. Длина зазоров видеоголовок в этих аппаратах около 25 мкм, а запись в режиме SP обеспечивается с межстрочными промежутками около 25 мкм и качеством, соответствующим режиму LP.

Звуковые головки выпускают только с одной (и для SP, и для LP) длиной зазора около 35 мкм (для аппаратов с режимом EP еще меньше). В результате в стандартном режиме SP ширина звуковых дорожек с учетом азимутального наклона ±30° оказывается равной около 30 мкм, а межстрочные промежутки — примерно 20 мкм. В режиме LP ширина дорожек — около 25 мкм, межстрочные промежутки отсутствуют. В многосистемных аппаратах запись Hi-Fi звука возможна и в стандарте 525/60 (NTSC). В этом случае ширина межстрочных промежутков в режиме SP равна примерно 30 мкм.

В идеальном случае головки следуют точно по строкам записи. При регулировке трекинга происходит смещение динамической траектории движения головок поперек строк записи. При этом амплитуда считываемых ЧМ сигналов яркости и Hi-Fi звука изменяется (уменьшается относительно оптимального положения). Особенно заметны изменения звуковой огибающей, поэтому точность установки трекинга должна быть высокой.

В процессе износа узлов и элементов ЛПМ, ответственных за точность следования головок по строкам записи, головки перестают перемещаться точно по ним, появляются провалы в огибающей ЧМ сигналов звука, вызывающие треск и даже автоматическое выключение Hi-Fi трактов. То же самое может произойти при замене БВГ, некоторых узлов ЛПМ и при неквалифицированном вмешательстве.

Рассмотреть методику регулировки аппаратов в общем виде затруднительно из-за большого разнообразия конструкций ЛПМ. То, что важно для одной модели, может быть несущественным для другой. Кроме того, для многих моделей имеются определенные особенности, влияющие на общую работоспособность СВМ (не только на качество Hi-Fi звука). Поэтому целесообразно описать особенности регулировки и ремонта конкретных аппаратов.

В России уже давно значительное распространение получили видеомагнитофоны PANASONIC фирмы MATSUSHITA (их продают и сейчас). В разное время фирма выпускала аппаратуру VHS/S-VHS с несколькими разновидностями ЛПМ. На сегодня уже достигли "ремонтного возраста" видеомагнитофоны с K-механизмом. С них и начнем рассмотрение особенностей регулировки и ремонта.

Различные модели СВМ и СВП PANASONIC с K-механизмом отличаются типами установленных БВГ и ВЦ. Типы ВЦ и модели аппаратов, в которых они применены, указаны в **табл. 1** (в ней: АВГ — аморфные видеоголовки). Как видно из перечня, в моделях NV-HD650AM/750AM могут находиться разные ВЦ. Это зависит от года выпуска конкретного аппарата. Не исключена такая ситуация и для других моделей СВМ (типы, указанные в табл. 1, соответствуют их маркировкам на ВЦ БВГ аппаратов, с которыми автор проводил какие-нибудь работы). Отличить АВГ можно по зеленому цвету их наконечников (видеоголовки на остальных ВЦ в таблице и все звуковые — ферритовые). Кроме перечисленных моделей, K-механизм применен и в других аппаратах, например, в моделях NV-HD655, NV-HS950/960 (последние продавали еще в 2002 г.). Однако автор не располагает сведениями о ВЦ, примененных в этих моделях.

Особенности конструкций БВГ с ВЦ VEH0601 и способы их разборки и сборки были описаны в [4]. БВГ с ВЦ VEH0651 отличаются от них только числом головок. Все БВГ с ВЦ VXP^{xxxx} имеют совершенно другую конструкцию, но их легко разобрать. А потребность в разборке БВГ может возникнуть как при необходимости замены ВЦ по причине износа или разрушения видеоголовок, так и в случае появления люфта в подшипниках скольжения, приводящего к появлению механических вибраций (механического "рева"). На **рис. 1** показан внешний вид ЛПМ аппарата PANASONIC — NV-HD750AM с ВЦ VXP1742. Цифрами на рисунке отмечены: 1 — узел обратного натяжения; 2 — левая направляющая стойка; 3 — ВЦ; 4-1—4-3 — винты крепления ротора двигателя БВГ; 5 — кронштейн

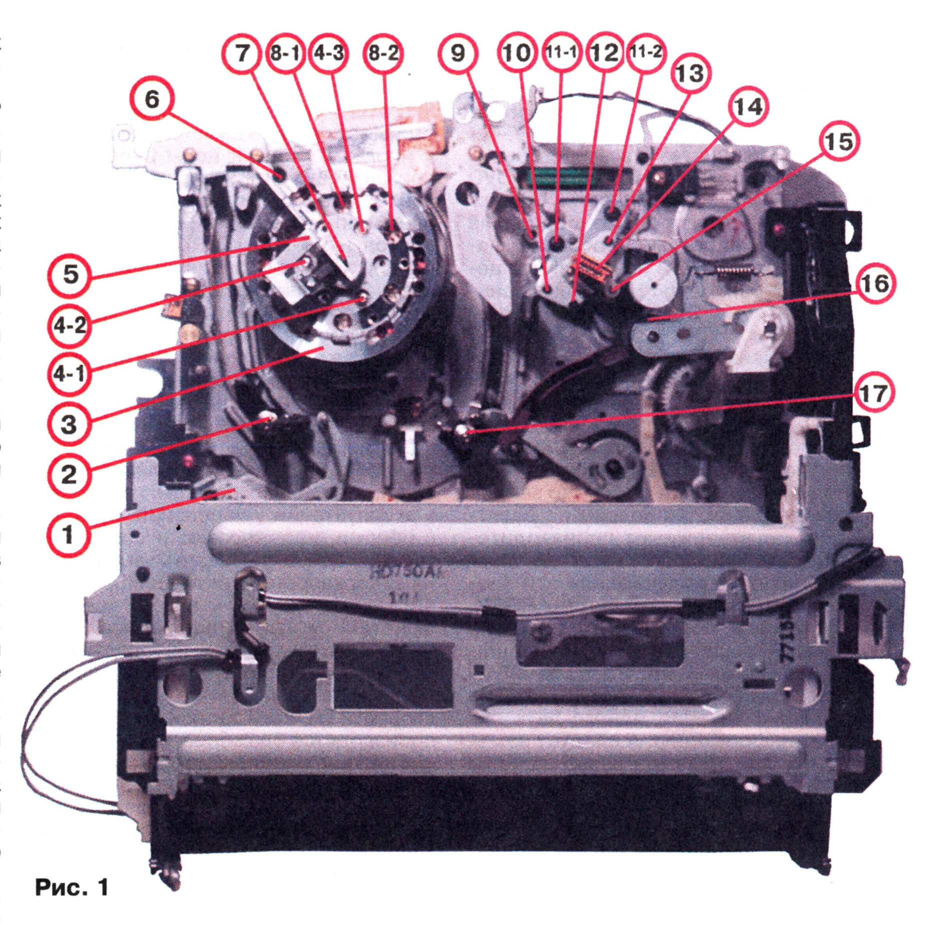


Рис. 1

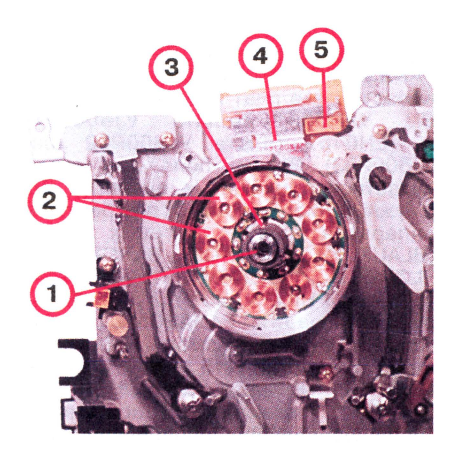


Рис. 2

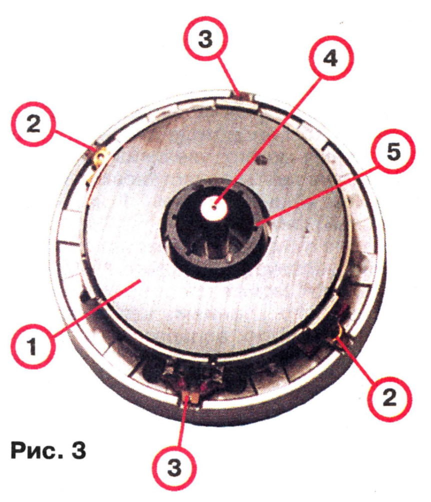


Рис. 3

заземляющего токосъемника; 6 — винт крепления токосъемника; 7 — торец несущего вала БВГ; 8-1, 8-2 — выводы вращающегося трансформатора (ВТ); 9 — отверстие для приспособления VFK0330; 10 — винт регулировки азимута блока неподвижных головок управления и звука (БГ); 11-1, 11-2 — винты крепления БГ; 12 — винт регулировки высоты БГ; 13 — винт регулировки наклона БГ; 14 — БГ; 15 — направляющая стойка; 16 — прижимной ролик; 17 — правая направляющая стойка.

Разбирают БВГ в следующем порядке. Сначала вывинчивают крепежный винт 6 кронштейна токосъемника 5 и снимают его. Затем извлекают ВЦ 3 из БВГ. Никаких креплений ВЦ к неподвижной части БВГ в конструкции нет. Сочленение поддерживается за счет притяжения магнита ротора двигателя БВГ к стальному основанию статора. Поэтому даже в перевернутом положении аппарата ВЦ не выпадает из БВГ. При извлечении ВЦ необходимо приложить некоторое усилие. Кронштейн токосъемника, кроме своей основной функции — "заземления" ВЦ для подавления наводок на видеоголовки при воспроизведении, играет роль ограничителя, не позволяющего выпасть ВЦ при транспортировке, например, при падении ящика во время погрузочно-разгрузочных работ.

Внешний вид фрагмента ЛПМ без ВЦ представлен на **рис. 2**. Цифрами на нем указаны: 1 — втулка подшипника скольжения; 2 — обмотки статора двигателя БВГ; 3 — ферритовый статор ВТ; 4 — разъем для подключения предусилителя (его контакты соединены с обмотками ВТ); 5 — разъем для подключения двигателя к электроприводу.

Внешний вид ВЦ VXP1742 (так же выглядят и остальные ВЦ VXP^{xxxx} из перечня) показан на **рис. 3**. Лишь на семиголовочных ВЦ дополнительно установлены головка стирания и противовес. Цифрами на рисунке отмечены: 1 — ротор двигателя БВГ; 2 — звуковые головки; 3 — видеоголовки; 4 — несущий вал; 5 — ротор ВТ. В рассматриваемой конструкции ротор двигателя не приклеен к ВЦ, а прикреплен к нему винтами 4-1—4-3 (см. рис. 1). Поэтому для обеспечения доступа к головкам ротор можно легко снять.

Таблица 2

Модели	Обозначение контрольной точки (ориентир местонахождения) для сигнала		
	HSW	ENV	огибающей звука
NV-HD90/95/100	TP1 (в системе управления — REF.NO.6000)	TP1 (в канале изображения — REF.NO.3000)	ENV — TP501 (в канале звука)
NV-HD600/650/655/660	TW2001 (перемычка на главной плате позади ЛПМ)	TW1 (рядом с TW2001)	AFM — TP502 (на плате звука)
NV-HD750AM	То же	То же	FM.A.RF.OUT — TP519 (на плате звука)
NV-HS800/1000, AG-4700	TP2001 (на главной плате рядом с центральным процессором)	TP1 (рядом с разъемом PP3011)	AFM — TL43 (рядом с контрольной точкой TP4511)

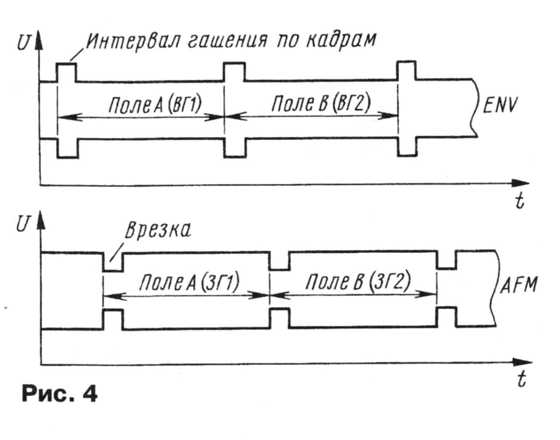


Рис. 4

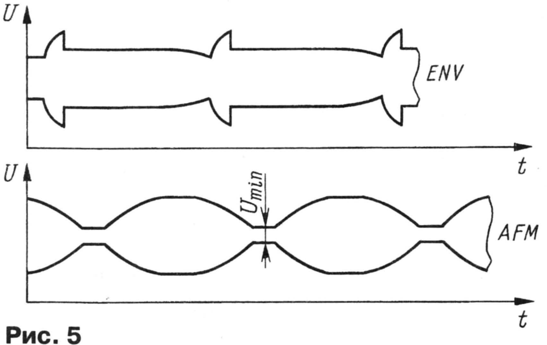


Рис. 5

Перед началом регулировки необходимо проверить ЛПМ на отсутствие порчи ленты или ее коробления на направляющих стойках и других узлах. Для проведения работ необходимо наличие двухканального осциллографа с полосой пропускания не менее 10 МГц, генератора испытательных телевизионных сигналов, тест-кассеты с записями испытательных сигналов, специальных отверток и ключей для юстировки направляющих стоек, БГ и фиксаторов стоек. Не помешает и наличие измерителя обратного натяжения ленты. Для справки в **табл. 2** указаны обозначения контрольных точек в ряде аппаратов PANASONIC. В ней аббревиатурами обозначены сигналы: HSW — переключения видеоголовок; ENV — огибающей ЧМ сигнала яркости; ENV, AFM, FM.A.RF.OUT — огибающей ЧМ сигнала звука.

На вход внешней синхронизации осциллографа подают сигнал переключения HSW, на вход Y1 — ЧМ сигнал яркости ENV, на вход Y2 — ЧМ сигнал звука (AFM и т. п.). Цель регулировки — получение формы огибающей, близкой к показанным на **рис. 4**.

Существует некоторое значение размаха огибающей ЧМ сигналов звука U_{min} (**рис. 5**), при котором еще возможно воспроизведение высокого качества. Уменьшение уровня сигнала ниже этого значения приводит к появлению треска или автоматическому отключению Hi-Fi каналов звука, для чего в них имеется пороговое устройство. Значение U_{min} не стандартизовано, поэтому в различных моделях и даже экземплярах одной и той же модели это значение в контрольных точках может быть разным. Однако для обеспечения высококачественной работы звукового тракта знать конкретное значение порогового напряжения при регулировке не обязательно. Достаточно получить минимально возможную неравномерность огибающей в пределах каждой строки записи.

Форма огибающих, показанная на рис. 5, характерна при определенной

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-83-05

наработке аппарата. В зависимости от модели СВМ и условий эксплуатации (влажности, запыленности) это ориентировочно происходит, начиная с 1...2 тыс. ч. Наиболее "слабое" место соответствует врезкам (см. рис. 4), образующимся при стирающем воздействии ЧМ сигналов яркости в интервалах кадровых гасящих импульсов, находящихся в строках записи вблизи нижнего края ленты. "Провалы" огибающей устраняют юстировкой направляющих стоек (см. рис. 1) 2 (в начале строк), 17 (в конце строк). Однако это не всегда возможно сделать с хорошей точностью из-за колебаний уровня огибающей в начале и конце строк записи. Основная причина такого явления — "пропилы" верхних кромок указанных направляющих стоек. Они образуются чаще всего в режимах перемотки, так как в аппаратах с К-механизмом это происходит без отвода ленты от БВГ и направляющих стоек. В результате их верхние кромки испытывают сильное абразивное воздействие со стороны острых краев ленты (стойки обычно выполнены из латуни с антикоррозийным покрытием).

Штатные направляющие стойки Roller Post (номер детали — VXP1415) можно заменить другими от самой различной аппаратуры. В крайнем случае кромки стоек можно отшлифовать мелкой наждачной бумагой. После установки стоек нужно не забыть об их надежной фиксации соответствующими торцевыми винтами. Замену стоек необходимо делать и при тугом ходе или заклинивании пластиковых втулок, легкость их хода нужно проверять обязательно.

Нестабильность уровня огибающих ЧМ сигналов вблизи начала и конца строк записи может быть вызвана также выработкой "подошв" узлов направляющих стоек 2 и 17 (особенно левой), в результате чего стойки неплотно фиксируются в конечных положениях. В К-механизме применяют два типа левого наклонного узла: VXA4803 и VXA4984KIT. Для замены лучше использовать узел VXA4984KIT в комплекте с прокладками и крепежом.

Неустранимые провалы и колебания уровня огибающих в начале строк записи могут быть также следствием значительного износа видеоголовок и соответствующего снижения давления их наконечников на магнитную ленту. Для обеспечения нормального давления наконечники должны выступать из ВЦ (так называемый "вынос") обычно на 30...40 мкм. При износе "вынос" уменьшается с соответствующим снижением давления головок на ленту.

Способность вращающихся головок эффективно считывать ЧМ сигналы с ленты зависит также от значений длин волн записи. Для сигналов Hi-Fi звука они равны (по каналам) $\lambda_{лев}$ = 3,46 мкм, $\lambda_{прав}$ = 2,69 мкм, а для ЧМ сигналов яркости — $\lambda_{бел}$ = 1 мкм (на интервалах белого) и $\lambda_{си}$ = 1,27 мкм (на интервалах синхроимпульсов) при работе в стандарте 625/50. Следовательно, условия для считывания головками ЧМ сигналов яркости более тяжелые, чем сигналов звука. Поэтому, когда изношенные видеоголовки уже не справляются со считыванием, звуковые головки еще нередко работают уверенно. Продлить срок службы видеоголовок на небольшое время можно, увеличив обратное натяжение ленты перестановкой конца пружины узла натяжения 1 на более "дальний" фиксатор.

Кроме ухудшения качества изображения, эксплуатация изношенных видеоголовок может сопровождаться их частым загрязнением, что для владельцев дорогих аппаратов неприемлемо. Поэтому встает вопрос о замене ВЦ БВГ. Для конструкции, показанной на рис. 1 и 2, эта операция не представляет большой сложности (см. выше). Однако стоимость ВЦ типа VXP^{xxxx} (см. рис. 3) немалая (100...200 долл. США). К тому же они довольно дефицитны. Значительно дешевле обойдется, конечно, индивидуальная замена видеоголовок, но это возможно только при наличии высокоточного специализированного оборудования, позволяющего устанавливать и юстировать головки на ВЦ по углу, высоте и "выносу" наконечников.

Значительное отличие уровней огибающих ЧМ сигналов яркости и Hi-Fi звука в соседних полях (на смежных строках записи) и их несинхронное изменение при регулировке трекинга может быть вызвано появлением эксцентриситета при вращении БВГ из-за износа подшипников скольжения, образованных втулкой 1 на рис. 2 и валом 4 на рис. 3 двигателя. Для устранения люфта обычно достаточно после извлечения ВЦ очистить от грязи и старой смазки скользящие поверхности втулки и вала, нанести на них небольшое количество высококачественной смазки ("часовое" масло, синтетическое ИМП-10 или "фирменное" для швейных машин), на торец вала поместить каплю густой смазки типа "морлитон" и т. п. (можно медицинский вазелин) и вставить ВЦ обратно в БВГ.

При замене ВЦ типов VEH0601/0651/0668/0714 следует обратить особое внимание на чистоту внутренних поверхностей ВЦ и платформы БВГ, на которую их устанавливают. С целью недопущения перекоса ВЦ фиксирующие их винты нужно "затягивать" поочередно и постепенно. Перед установкой кронштейна токосъемника 5 (см. рис. 1) необходимо зачистить его заземляющий контакт и торец вала 7 и нанести каплю густой смазки под контакт. Это позволит исключить появление на изображении так называемых "прострелов" (белых штрихов и точек).

В ряде случаев возможна замена дефицитных типов ВЦ на более доступные с тем же числом головок. При этом перед заменой ВЦ с переходными печатными платами необходимо переставить плату с заменяемого на вновь устанавливаемый.

Следовательно, взаимозаменяемыми следует назвать шестиголовочные ВЦ VEH0601 (плата VJB00T07), VEH0548 (плата VJB00P32), VEH0352 (плата VJB00E51), используемые в различных моделях СВМ (не только PANASONIC). Взаимозаменяемы при перестановке плат и семиголовочные ВЦ VEH0651 (плата VJB00T07) и VEH0467 (плата VJB00P32 или VJB00P33). Весьма полезным может оказаться применение аналогов ВЦ с нужным числом головок при ремонте аппаратов других торговых марок (BLAUPUNKT, GRUNDIG, BARCELONA, FLORENZ, PALERMO, VALENCIA, VERONA, PHILIPS, SONY и др.), базирующихся на ЛПМ PANASONIC (необязательно с К-механизмом). Например, дефицитные VEH0415 (BLAUPUNKT — RTV910), VEH0454 (BLAUPUNKT — RTV920) заменимы доступными VEH0467, VEH0651 с перестановкой плат.

После юстировки направляющих стоек 2,17 необходимо провести некоторые регулировочные операции и в первую очередь — проверку, а при необходимости юстировку, БГ 14 (A/C HEAD). Этот БГ имеет несколько "степеней свободы": по высоте, азимуту, наклону и положению. Для обеспечения работы СВМ с хорошим качеством во всех режимах необходима точная установка БГ по всем степеням свободы.

Перед регулировкой необходимо оценить состояние прижимного ролика 16. При явных признаках износа нужно заменить его. Для замены желательно использовать ролики с шарикоподшипниками, так как применяемые в современных моделях СВМ ролики с пластиковыми втулками ненадежны. Состояние роликов легко оценить в режимах ускоренных просмотров. Если при реверсировании направления движения лента заметно смещается по высоте на БГ, ролик нужно заменить. Следует также убедиться в отсутствии пропилов на нижней кромке направляющей стойки 15. Если пропилы значительны, шайбу под втулкой стойки нужно перевернуть (ее снимают после удаления пластикового фиксатора).

Основным элементом юстировки БГ по высоте служит винт 12. Однако при его вращении изменяются азимут и наклон головок, поэтому работы проводят в несколько этапов. Сначала вращением винта 12 добиваются положения, при котором нижний край ленты выступает за нижнюю кромку зазора головки управления (находится в нижней части БГ) на 0,2...0,5 мм (номинальное значение — 0,25 мм).

Далее регулируют наклон БГ винтом 13 так, чтобы не было коробления нижнего или верхнего краев ленты на фасках стойки 15. Следует иметь в виду, что при вращении винта 13 по часовой стрелке БГ наклоняется назад. При этом в некоторый момент лента начинает наползать верхним краем на верхнюю фаску стойки 15. И наоборот, при вращении винта 13 против часовой стрелки БГ наклоняется вперед и в определенный момент лента нижним краем начинает наползать на нижнюю фаску стойки 15. После этой регулировки проверяют и при необходимости снова регулируют высоту БГ винтом 12.

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

Затем приступают к регулировке азимута винтом 10, для чего необходима тест-кассета с записью синусоидального сигнала частотой 5...8 кГц. Осциллограф или милливольтметр подключают при этом непосредственно к выходу левого канала СВМ, работающего в режиме МОНО (NORM). При регулировке винта 10 высота и наклон БГ не меняются. Поэтому, добившись максимума выходного сигнала, приступают к регулировке БГ по положению.

Под положением БГ понимают расстояние X зазора головки управления от точки на ленте, в которой заканчиваются наклонные строки записи. Для формата VHS это расстояние равно X=79,244 мм. С целью обеспечения совместимости записей оно должно быть установлено с высокой точностью.

Регулировку БГ по положению проводят в режиме воспроизведения тест-кассеты, переведя СВМ в сервисный режим. Его получают, восстановив перемычку SERVICE MODE или TEST MODE. В моделях NV-HD90/95/100, NV-HS800/1000, AG-4700 эта перемычка находится на главной плате СВМ, в моделях NV-HD600/650/655/750 — на плате звука вверху справа, в моделях NV-SR70, NV-HP10 — на плате источника питания. Для регулировки нужна специальная отвертка VFK0330 — FINE ADJUSTMENT GEAR DRIVER, вставляемая в отверстие 9.

При некотором навыке можно обойтись и без специальной отвертки, регулируя в следующем порядке. Отпускают винты 11-1, 11-2. Затем левой рукой нужно повернуть БГ сначала по часовой стрелке до упора, а затем медленно против часовой стрелки до получения вторых по счету максимумов размахов огибающих ЧМ сигналов яркости и Hi-Fi звука. Всего в пределах регулировки наблюдается до трех максимумов. При этом лучше ориентироваться на сигналы Hi-Fi звука и добиться более точного положения БГ. Затем, не отпуская платформу БГ, поочередно фиксируют винты 11-1, 11-2 отверткой в правой руке.

Механические регулировки после всех описанных операций в основном закончены. После удаления сервисных перемычек следующим этапом можно назвать регулировку переменных резисторов в электронных блоках аппарата. Практически во всех моделях СВМ с K-механизмом имеются регуляторы момента переключения головок, входящие в систему управления. Маркировка подстроечных резисторов этих регуляторов — "PG" (Pulse Generator). Видеоголовки должны переключаться в интервалах импульсов гашения по кадрам, опережая начала кадровых синхроимпульсов на 416±32 мкс. Измеряют опережение осциллографом в режиме внешней синхронизации импульсами переключения головок HSW. На вход Y подают сигнал с видеовыхода аппарата. Резистор "PG" регулируют так, чтобы интервал времени между началом развертки и фронтом кадровых синхроимпульсов был равен 416 мкс.

В аппаратах с шестью и семью головками необходимо оптимизировать режимы СТОП-КАДР, прямой и обратный замедленные просмотры. Регуляторы для этих режимов имеют следующие маркировки: SP-FW, LP-FW — для получения оптимального стоп-кадра и просмотра вперед в режимах SP и LP; SP-REV, LP-REV — для режимов обратного просмотра SP и LP. Их регулируют так, чтобы при воспроизведении тест-кассеты в соответствующих режимах на изображении отсутствовали шумовые полосы.

При отсутствии "фирменной" тест-кассеты (она дорогая и дефицитная) можно записать ее самостоятельно на новой аппаратуре высокого класса. Записывающие СВП для этой цели нежелательны, так как соответствие основных параметров сигналограмме формата VHS у них может быть не совсем точным.

Для канала изображения предпочтительны черно-белые сигналы (градации серого, белое поле). При проведении диагностики и ремонта в каналах цветности удобны сигналы с подавленным уровнем поднесущей цветности на активных участках строк. Нужно оставить только "вспышки" PAL, NTSC и пакеты синхронизации по строкам и кадрам SECAM, на активных частях строк — сигналы цветности без девиации.

Для измерений в трактах Hi-Fi подходит сигнал без девиации поднесущих левого и правого каналов, записываемый без подачи на входы звуковых сигналов. Используя такой сигнал, легко контролировать уровень шумов и помех в тракте, а также номинальные частоты поднесущих Hi-Fi (1,4 и 1,8 МГц в левом и правом канале соответственно).

Для юстировки БГ на линейную звуковую дорожку тест-кассеты записывают синусоидальный сигнал частотой 5...7 кГц. Для этого его необходимо подать на вход левого канала. В таком случае он обычно одновременно записывается сразу на все три дорожки: две Hi-Fi и линейную (NORM).

Проведение регулировочных работ может осложняться неполадками в ЛПМ в связи с износом некоторых узлов и деталей, а также неисправностями "электроники". Проведение диагностики неисправностей и ремонта СВМ практически не отличается от методик ремонта монофонических моделей и довольно хорошо описано в различной литературе по сервису видеотехники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салон AUDIO & VIDEO, 2004, № 7, с. 12.

2. **Морозов В., Яценко С.** Современные накопители на жестких магнитных дисках. — Ремонт электронной техники, 2003, № 5, с. 22—26.

3. **Плюшкявичене И.** IBM LTO ULTRIUM. — 625, 2004, № 4, с. 86, 87.

4. **Петропавловский Ю.** БВГ: характеристики, особенности эксплуатации и ремонт. — Радио, 2003, № 1, с. 7—9.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Проверка ПДУ

Г. МИХАЙЛОВ,
пос. Заря Московской обл.

Предлагаю два очень простых и эффективных способа проверки ПДУ, доступных каждому, не требующих применения каких-либо измерительных приборов и даже знания основ радиотехники.

Первый — с помощью видеокамеры. Ее нужно перевести в режим наблюдения (не включая запись) и направить объектив на проверяемый пульт со стороны расположения излучающего диода. При нажатиях на кнопки исправного пульта в электронном видоискателе камеры или на экране телевизора, к которому она подключена, хорошо видны вспышки ИК излучения.

Второй способ — с помощью переносного приемника длинно- или средневолнового диапазона. Приемник нужно настроить на частоту, свободную от радиостанций. Если к приемнику в зоне расположения его магнитной антенны поднести ПДУ и нажимать на кнопки, в громкоговорителе должны отчетливо прослушиваться генерируемые электроникой пульта сигналы. При этом, правда, не контролируется работоспособность излучающего диода. Но практика показывает, что отказы по его вине случаются редко.

Редактор — А. Долгий

УМЗЧ с параллельной ООС

Л. ЗУЕВ, г. Дзержинск Нижегородской обл.

Узел защиты от перегрузок

Для работы совместно с описываемым в статье УМЗЧ разработана комплексная защита от перегрузок, выполняющая следующие функции:

- защита АС от постоянного напряжения на выходе усилителя;
- защита выходных каскадов усилителя от токовой перегрузки;
- отключение усилителя при пониженном напряжении питания;
- отключение усилителя при возникновении неисправности в выходных каскадах;
- задержка включения усилителя при подаче питающего напряжения.

Технические характеристики устройства

Порог срабатывания защиты АС от постоянного напряжения (не более), В ....±2,5
Задержка времени срабатывания защиты АС при появлении на выходе усилителя постоянного напряжения +30 В или –30 В (не более), с 0,15
Пороговое напряжение (для источников питания ±38 В) включения усилителя, В ....±20
Порог срабатывания защиты усилителя от токовой перегрузки:
при напряжении на защищаемом плече 0 В, А 15
при напряжении на защищаемом плече 70 В, А 5
Задержка времени срабатывания токовой защиты при коротком замыкании на выходе усилителя в присутствии большого сигнала (не более), мкс 3
Задержка времени перехода в рабочее состояние при включении в сеть или после срабатывания какого-либо из видов защиты (не менее), с 2,5

В отличие от других конструкций подобного назначения, предлагаемое устройство защиты не содержит механических контактов ни в сигнальных, ни в питающих цепях, благодаря чему повышена надежность ее работы и устранено негативное влияние на качественные показатели усилителя. Вместо этого в цепи питания оконечных каскадов УМЗЧ от источников ±38 В включены два одинаковых электронных ключа, выполненных на основе мощных полевых транзисторов. Размыканием этих ключей производится защита как выходных каскадов усилителя от токовой перегрузки, так и АС от постоянного напряжения.

Упрощенная схема верхнего ключа (включенного в цепь +38 В) показана на рис. 6. Перед описанием его работы надо отметить, что сигналы $U_{упр}$ и ST-BY формирует не показанная здесь часть схемы защиты при условии, что транзистор VT1 закрыт.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2005, № 2, 3

Непосредственно ключом в цепях питания является полевой транзистор VT2. Примененные в верхнем и нижнем (не показанном на схеме) ключах полевые транзисторы в открытом состоянии имеют сопротивление около 0,11 и 0,05 Ом соответственно и не оказывают на работу усилителя практически никакого влияния. Более того, контакты реле, применяемых обычно в подобных устройствах, тоже имеют сопротивление несколько сотых долей ома, но в отличие от полевого транзистора, проводимость которого достаточно линейна, сопротивление механических контактов сложным образом зависит от протекающего тока и изменяется с течением времени.

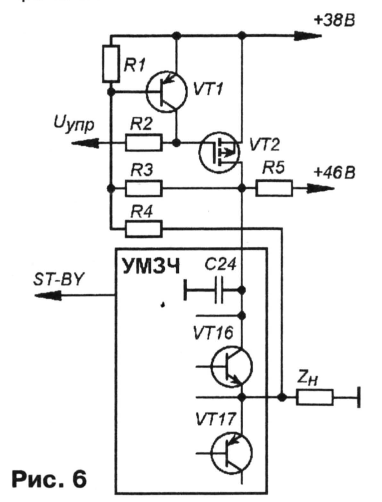


Рис. 6

Работает устройство следующим образом. При включении питания конденсатор C24 разряжен и через резистор R3 течет ток, открывающий транзистор VT1. При этом, как было сказано выше, устройство защиты не выдает сигналы $U_{упр}$ и ST-BY, в результате чего транзистор VT2 закрыт, а выходные каскады усилителя (VT10—VT17 в схеме на рис. 3 в первой части статьи) практически не потребляют ток. В этих условиях конденсатор C24 начинает заряжаться небольшим током, текущим через резисторы R3, R5. Через некоторое время напряжение сток–исток транзистора VT2 приближается к нулю и транзистор VT1 закрывается. После этого устройство делает выдержку времени не менее 2,5 с и затем выдает сигнал $U_{упр}$, открывающий транзистор VT2, и сигнал ST-BY, переводящий усилитель во включенное состояние. Такой алгоритм работы ключа позволяет установить блокировочные конденсаторы в цепях питания ±38 В (C24, C25 в схеме на рис. 3) на его выходе — непосредственно в выходном каскаде усилителя.

В рабочем режиме ток, потребляемый выходными каскадами УМЗЧ, создает падение напряжения на канале открытого транзистора VT2, и часть этого напряжения поступает на базу транзистора VT1. При этом, если ток, потребляемый УМЗЧ, превысит некоторую предельную величину, задаваемую соотношением сопротивлений резисторов R1, R3, то транзистор VT1 откроется и заблокирует цепь управления транзистора VT2. В результате этого транзистор VT2 быстро закрывается и отключает питание выходных каскадов УМЗЧ, осуществляя, таким образом, их защиту. Через некоторое время (около 2 мс) более инерционный узел защиты (на рис. 6 не показан) снимает сигналы управления $U_{упр}$ с обоих ключей (второй ключ не показан) и ST-BY. При этом выключенные по сигналу ST-BY оконечные каскады УМЗЧ перестают потреблять ток, конденсатор C24 начинает заряжаться, и далее все происходит так же, как было описано выше.

Если срабатывание защиты происходит по причине неисправности оконечных каскадов УМЗЧ, то после снятия сигнала ST-BY они продолжают потреблять ток (ограниченный на уровне не более 15 мА резисторами R3, R5), который препятствует зарядке конденсатора C24. В результате этого транзистор VT1 не закрывается и устройство защиты не переходит в рабочий режим (не выдает сигналы $U_{упр}$ и ST-BY). При этом рабочий режим не будет включен даже после выключения усилителя из сети и повторного его включения, что является важным достоинством описываемой здесь защиты, так как препятствует выходу из строя других его компонентов.

Таким образом, срабатывание токовой защиты происходит в два этапа: вначале за время не более 3 мкс отключается то плечо выходного каскада, в котором возникла перегрузка, а затем через промежуток времени не более 2 мс отключается второе плечо и снимается сигнал ST-BY, переводя усилитель в выключенное состояние. Повторное включение усилителя происходит через промежуток времени не менее 2,5 с и при условии, что в его выходных каскадах нет неисправностей.

Резистор R4 формирует зависимость порога срабатывания токовой защиты от мгновенного значения напряжения, приложенного к защищаемому рассматриваемым ключом плечу выходного каскада УМЗЧ. Посредством этого учитывается область безопасной работы выходных транзисторов и, следовательно, повышается надежность работы усилителя [7]. Выходной ФНЧ в схеме УМЗЧ также способствует эффективной работе узла токовой защиты, ограничивая скорость роста выходного тока усилителя в аварийных режимах. Благодаря этому амплитуда импульса тока через выходные транзисторы усилителя при коротком замыкании в нагрузке с учетом заряда, накопленного в C24, C25 (по схеме на рис. 3), в наихудшем случае не превышает значения 25 А, находящегося в пределах допустимого импульсного тока для двух включенных параллельно транзисторов

ЗВУКОТЕХНИКА
E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05
РАДИО № 4, 2005

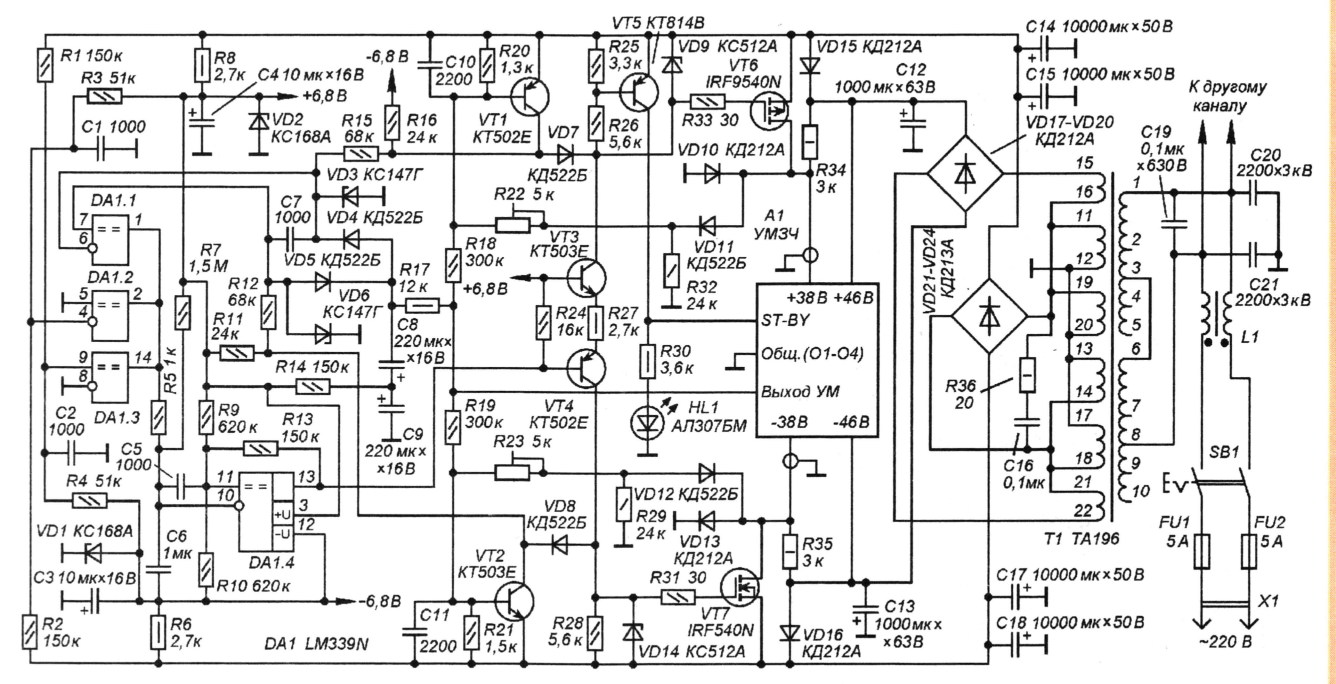


Рис. 7

типов КТ864А и КТ865А. Кроме того, отключение коллекторного напряжения от перегруженного биполярного транзистора значительно безопаснее с точки зрения возникновения в нем вторичного пробоя, чем закрывание по цепи базы, как это делается практически во всех других узлах токовой защиты УМЗЧ.

Полная схема устройства защиты вместе с блоком питания показана на **рис. 7**.

Описанные выше ключи построены на транзисторах VT1, VT2, VT6, VT7. Схема ключей несколько изменена по отношению к описанной ранее, но без изменения принципа ее действия: добавлены диоды VD11, VD12 и резисторы R29, R32 с целью ограничения базового тока транзисторов VT1, VT2 при закрытых транзисторах VT6, VT7. Подстроечные резисторы R22, R23 служат для установки порога срабатывания токовой защиты в верхнем и нижнем по схеме ключах соответственно. Диоды VD10, VD13 ограничивают напряжение на закрывающихся ключах и не дают напряжениям питания +38 В и −38 В выходных каскадов УМЗЧ сменить полярность на обратную (под действием энергии, накопленной в индуктивности нагрузки и катушках L2, L3 на рис. 3) при срабатывании защиты. Конденсаторы C10, C11 обеспечивают необходимую помехозащищенность токовой защиты. Их емкостью определяется время реакции ключей на токовую перегрузку, составляющее при указанных на схеме номиналах не более 3 мкс.

Открываются ключи под действием коллекторного тока транзисторов VT3, VT4 величиной 4,5 мА при поступлении на базу транзистора VT4 сигнала отрицательной полярности с выхода компаратора DA1.4. При этом стабилитроны VD9, VD14 ограничивают напряжение на затворах открытых транзисторов VT6, VT7, а транзистор VT5 формирует сигнал ST-BY.

Компаратор DA1.4 имеет гистерезисную пороговую характеристику за счет положительной обратной связи через резистор R13, и, совместно с элементами R5, R7, C6, создает задержки времени срабатывания узла защиты около 2 мс и возврата его в рабочее состояние чуть более 2,5 с. На его инвертирующий вход поступают сигналы от компараторов DA1.1—DA1.3, имеющих выход "открытый коллектор" и соединенных вместе по схеме "логическое И". При этом, чтобы устройство защиты находилось в режиме нормальной работы, все три компаратора DA1.1—DA1.3 должны находиться в состоянии с высоким уровнем сигнала на выходе.

Компараторы DA1.2, DA1.3 выполняют функцию монитора питающих напряжений усилителя. Порог переключения компаратора DA1.2 соответствует напряжению −20 В для источника −38 В, а компаратора DA1.3 — напряжению +20 В для источника +38 В. Напряжения источников +46 В и −46 В контролируются при этом косвенным образом благодаря наличию в схеме защиты диодов VD15, VD16.

Компаратор DA1.1 совместно с диодным распределителем VD3—VD6 и ФНЧ R17C8C9 образует узел защиты АС от постоянного напряжения на выходе усилителя, аналогичный описанному в [7]. Попутно он выполняет функцию контроля состояния транзисторов VT1, VT2. В состояние с низким уровнем выходного сигнала он переходит в случае открытия одного из указанных транзисторов или появления постоянного напряжения на выходе усилителя величиной более 2,2...2,5 В по модулю.

Конденсаторы C1, C2, C5, C7 на входах компараторов снижают их чувствительность к помехам. Светодиод HL1 — индикатор режима нормальной работы усилителя.

Блок питания состоит из сетевого фильтра C19—C21, L1; трансформатора T1 и четырех двухполупериодных выпрямителей VD17—VD24 с емкостными фильтрами C12—C15, C17, C18. Цепь R36C16 подавляет паразитные колебательные процессы на вторичных обмотках трансформатора T1.

Диоды VD15, VD16 не дают напряжениям более высоковольтных источников (±46 В) опускаться ниже напряжения на шинах +38 В и −38 В, исключая возникновение неприятных на слух переходных процессов на выходе усилителя при его выключении.

Фильтрующие конденсаторы C12—C15, C17, C18 обеспечивают размах пульсаций не более 0,8 В (2,4 %) для источников напряжения ±38 В и 0,3 В (0,7 %) для источников напряжения ±46 В при работе усилителя на номинальной мощности на активную нагрузку сопротивлением 4 Ом. Дальнейшее снижение размаха пульсаций напряжения +46 В и −46 В до 30 мВ (менее 0,1 %) обеспечивают элементы фильтрации R35, C17 и R37, C20 усилителя (см. рис. 3). Суммарный не взвешенный уровень шума, фона и наводок полностью собранного усилителя ниже −110 дБ обеспечивается в полосе частот 20...25000 Гц при закороченном входе по отношению к напряжению выходного сигнала, соответствующему номинальной выходной мощности.

В устройстве защиты применены транзисторы серий КТ502, КТ503 с индексами Д, Е (VT1, VT2) и В, Г, Д, Е (VT3, VT4). Транзисторы VT1, VT2 должны иметь статический коэффициент передачи тока базы не менее 50. Транзистор VT5 может быть КТ814В или КТ816В (либо с индексом Г). Полевые транзисторы VT6, VT7 могут быть любыми, аналогичными указанным на схеме, с допусти-

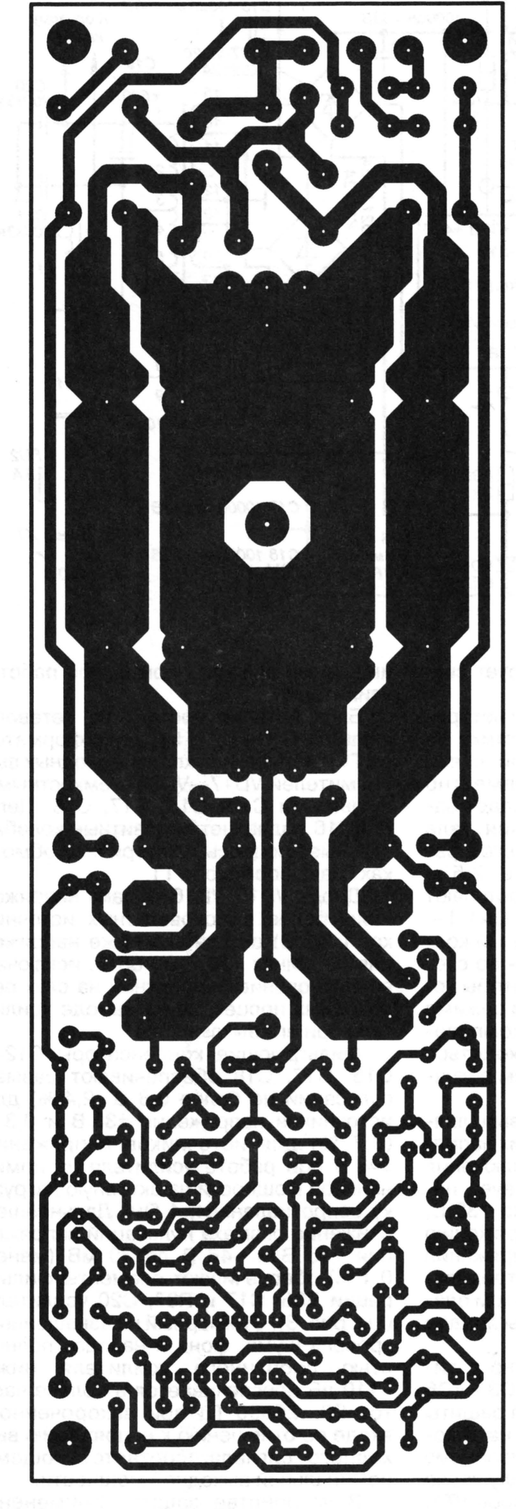


Рис. 8

мым напряжением сток—исток в закрытом состоянии не менее 100 В и сопротивлением канала в открытом состоянии 0,05...0,1 Ом.

Микросхема компаратора DA1 — любая из линейки LM139/239/339, а также LM2901, LM3302 или К1401СА1 (все они — полные аналоги).

Стабилитроны могут быть любыми маломощными с напряжением стабилизации 6,8 В (VD1, VD2), 3,3—5,6 В (VD3, VD6) и 10...15 В (VD9, VD14).

Диоды VD4, VD5 заменяемы любыми из серий КД521, КД522, а также 1N4148, 1N4448; диоды VD7, VD8, VD11, VD12 — КД521А (Б, В), КД522Б, 1N4148, 1N4448; диоды VD10, VD13, VD15—VD20 — FR203, FR303; мощные

диоды VD21—VD24 — FR603. Диоды VD11, VD12 необходимо выбрать с прямым напряжением 0,55...0,6 В при токе 1,5 мА.

Светодиод HL1 может быть любым, рассчитанным на ток не менее 10 мА.

Все постоянные резисторы — МЛТ или ОМЛТ с допуском ±5 %.

Подстроечные резисторы R22, R23 — многооборотные Murata серии PV36Y, Bourns серии 3296Y и т. п.

Все оксидные конденсаторы в устройстве защиты — импортные группы общего применения на напряжение 16 В или 25 В (С3, С4, С8, С9); на 50 В (С14, С15, С17, С18) и 63 В (С12, С13). Конденсаторы С20, С21 — высоковольтные К15-5 на напряжение 3 кВ. Остальные конденсаторы — К10-23 (С1, С2, С5, С7, С10, С11) и К73-17 на напряжение 63 В (С6), 250 В (С16) и 630 В (С19).

Трансформатор Т1 — унифицированный анодный ТА196 мощностью 135 В·А. При некотором снижении выходной мощности усилителя его можно заменить на ТА178 мощностью 110 В·А или ТА163 мощностью 86 В·А с соответствующим изменением соединения вторичных обмоток. В последнем случае номинальная выходная мощность на нагрузке 4 Ом понизится до 80 Вт.

Двухобмоточный дроссель L1 намотан на броневом магнитопроводе Б30 с двухсекционным каркасом. Его обмотки имеют одинаковое число витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,5...0,6 мм и намотаны в разных секциях до заполнения.

Конструктивно устройство защиты и выпрямители блока питания объединены на одной печатной плате, показанной на **рис. 8**. За пределами платы расположены светодиод HL1, вынесенный на лицевую панель корпуса, и сетевой трансформатор Т1 со всеми элементами, включенными на стороне сетевого напряжения.

Плата разведена под установку диодов VD21—VD24 типа FR603. Большинство резисторов на ней установлено перпендикулярно относительно плоскости платы.

Транзисторы VT6, VT7 снабжены теплоотводами с площадью около 30 см^2 каждый (применены теплоотводы от блока управления магнитофона "Вега МП-122С").

Налаживание устройства защиты производят перед проверкой УМЗЧ и отдельно от него. Для этого потребуются лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), вольтметр постоянного и переменного тока, осциллограф, кнопка на ток не менее 15 А, переменный резистор сопротивлением 20...30 кОм и набор проволочных резисторов с сопротивлением от 2,4 до 15 Ом. Перед началом налаживания движки резисторов R22, R23 необходимо установить в среднее положение.

На первом этапе проверяют напряжение питания и пороги переключения компараторов DA1.2, DA1.3. Для этого блок питания подключают к сети через ЛАТР, предварительно установленный в положение, соответствующее минимальному выходному напряжению.

После подключения устройства к сети регулятор ЛАТРа необходимо повернуть на небольшой угол и сразу же проверить наличие напряжений на источниках ±38 В и ±46 В, а также соответствие их полярности той, которая указана на корпусах оксидных конденсаторов в выпрямителе. Затем регулятор ЛАТРа медленно поворачивают до момента зажигания светодиода HL1 и измеряют напряжения на источниках +38 В и –38 В — каждое из них должно быть около 20 В. Если они значительно отличаются от указанного значения, то необходимо проверить соответствие напряжений на стабилитронах VD1, VD2 указанным на схеме.

После этого устанавливают напряжение на первичной обмотке Т1 равным 220 В и измеряют напряжения двух биполярных источников питания УМ; они должны быть в пределах 38...40 В и 46...49 В соответственно.

На втором этапе проверяют работоспособность устройства защиты АС от постоянного напряжения. Для этого в блоке защиты подключают переменный резистор сопротивлением 22...33 кОм — крайними выводами к источникам +38 В и –38 В, а средним выводом — к точке соединения резисторов R17—R19. Движок при этом устанавливают в среднее положение.

После подачи напряжения питания плавно перемещают движок резистора сначала в одну, а затем в другую сторону, контролируя напряжение в точке соединения резисторов R17—R19. При напряжении около 2,5 В любой полярности светодиод HL1 должен гаснуть.

На третьем этапе проверяют уровень пульсаций на выходах блока питания. Для этого на его входе устанавливают напряжение номинальной величины, а к выходам выпрямителей по очереди подключают проволочные резисторы сопротивлением 15 Ом для источников ±38 В и 1 кОм — для источников ±46 В, и с помощью осциллографа контролируют на них форму напряжения — размах его переменной составляющей не должен превышать значений, указанных ранее.

На последнем этапе устанавливают пороги срабатывания токовой защиты. Делают это по очереди — сначала в одном ключе, а затем в другом.

Для установки порога в верхнем по схеме ключе между стоком транзистора VT6 и общим проводом включается цепь из соединенных последовательно резистора сопротивлением 2,4...2,7 Ом и кнопки, а точку соединения резисторов R18, R19 подключают к источнику напряжения +38 В. Резистор R17 на время настройки должен быть отпаян с целью исключения срабатывания узла защиты АС. После этого устанавливают номинальное напряжение и, делая короткие периодические нажатия на кнопку, находят по зажиганию светодиода HL1 положение резистора R22, соответствующее порогу срабатывания защиты. Таким образом устанавливают максимальный порог, соответствующий минимальному падению напряжения на защищаемом плече выходного каскада усилителя.

Далее проверяют порог, соответствующий максимальному падению напряжения на защищаемом плече выходного каскада. Для этого точку соединения резисторов R18, R19 подключают к источнику –38 В и подбором нагрузочного резистора находят пороговое значение тока, которое при необходимости можно скорректировать подбором резистора R18.

После этого указанные операции по настройке повторяют для нижнего по схеме ключа. Здесь нужно отметить, что различие сопротивлений резисторов R20 и R21 обусловлено разницей в сопротивлениях канала транзисторов VT6, VT7. При использовании других типов транзисторов с одинаковыми сопротивлениями открытого канала эти резисторы также должны иметь одинаковое сопротивление в интервале 1,2...1,8 кОм. После такой замены потребуется проверка и, возможно, корректировка минимальных порогов срабатывания токовой защиты подбором резисторов R18, R19.

После сборки всего усилителя эффективность работы устройства защиты проверена многократным замыканием зажимов для подключения АС при работе на больших уровнях реального звукового сигнала. Ни одного отказа не последовало — во всех случаях защита успевает вовремя сработать, отключая питание выходных каскадов усилителя.

Стереофонический усилитель выполнен в единой конструкции, объединяющей все описанные узлы. Оба канала полностью независимы: каждый из них питается через отдельный трансформатор и оснащен своим узлом защиты. Общие провода каналов стереоусилителя соединены в одной точке, расположенной около входного разъема. Там же общий провод соединен с металлическим корпусом усилителя.

На переднюю панель блока вынесены светодиоды HL1 и кнопка включения питания SB1 (см. рис. 7). На задней стенке расположены входные, выходные разъемы и разъем для подключения сетевого шнура. Общий теплоотвод с транзисторами выходных каскадов усилителей размещен внутри блока и обдувается вентилятором. Расположен он между платами усилителей и блоком питания, исполняя в некоторой степени роль экранирующей перегородки.

Звучание АС с описанным усилителем предлагалось оценить разным людям, в том числе и профессиональным музыкантам. Практически все отмечали детальность, глубину и объемность звуковой картины. Сравнение его с различными ламповыми усилителями показало, что звучание с ним не хуже, а во многих случаях лучше, причем наиболее близким по характеру оно оказалось к звучанию с ламповыми однотактными усилителями при небольшой выходной мощности.

ЛИТЕРАТУРА

7. **Роганов В.** Устройство защиты громкоговорителей. — Радио, 1981, № 11, с. 44, 45.

Редактор — А. Соколов, графика — автора

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

Приемник — радиоточка

Ю. СТЕПАНЯН, г. Ногинск Московской обл.

Приемник, используемый в качестве радиоточки и работающий почти круглосуточно, должен быть максимально экономичным, иметь высокую чувствительность и хорошее качество звучания при удовлетворительной громкости. Выбранный вариант питания от одного гальванического элемента, кроме экономической выгоды, дает возможность оптимального согласования бестрансформаторного усилителя мощности с низкоомной звуковой катушкой громкоговорителя.

Приемник выполнен по схеме прямого усиления (**рис. 1**) с четырехкаскадным УРЧ и рассчитан на прием радиовещательных станций в диапазоне ДВ. Принятый магнитной антенной WA1 сигнал подается на базу транзистора VT2. Обычно используемая катушка связи исключена. Это связано с тем, что высокая добротность контура в диапазоне ДВ не нужна. Так, при реально достижимой добротности 200 полоса пропускания входного контура на уровне 0,7 составит около 1 кГц, это вызовет "завал" высоких частот в спектре принимаемой станции. Простое шунтирование контура резистором приведет к бесполезным потерям энергии принимаемого сигнала, выгоднее применить полное подключение контура ко входу эмиттерного повторителя. Шунтирование контура его входным сопротивлением позволяет расширить полосу пропускания до приемлемой величины, а полное включение дает выигрыш по чувствительности в 6...8 раз по сравнению с классической схемой. Резистор R1 предотвращает самовозбуждение первого каскада. Второй каскад на транзисторе VT3, включенном по схеме с общим эмиттером, непосредственно связан с каскодным усилителем "общий коллектор — общая база" на транзисторах VT4 и VT5. Каскодная схема увеличивает устойчивость усилителя к самовозбуждению. Транзисторы VT3—VT5 охвачены общей цепью стабилизации режима (резисторы R5 и R6). Конденсаторы C6 и C7 — блокировочные.

Четвертый каскад на транзисторе VT6 собран по схеме с общим эмиттером. Усиленный сигнал поступает на диодный детектор VD1. Нагрузка детектора — конденсатор C10 и входное сопротивление эмиттерного повторителя VT7. Ток базы транзистора VT7, проходя через диод VD1, автоматически устанавливает рабочую точку диода в начале криволинейного участка вольт-амперной характеристики, в результате детектирование начинается при амплитуде сигнала на входе детектора менее 10 мВ.

Для увеличения динамического диапазона детектора режим транзистора VT6 установлен на грани насыщения, это вызывает ограничение положительной полуволны принимаемого сигнала, но так как однополупериодный детектор детектирует отрицательную полуволну, ограниченная положительная полуволна не используется. Коэффициент усиления УРЧ получился более 300. Учитывая порог детектора 10 мВ, предельная чувствительность приемника составит около 30 мкВ. Это означает, что сигнал мощной станции вызовет перегрузку тракта, поэтому введена система автоматической регулировки усиления (АРУ). При настройке приемника на станцию отрицательное напряжение на эмиттере VT7 вследствие детектирования несущей увеличивается и через цепь R8C2 открывает транзистор VT1, который, шунтируя базовую цепь транзистора VT2, частично закрывает его. Коэффициент передачи первого каскада снижается, в итоге нормальный режим работы детектора поддерживается автоматически. Система АРУ улучшает также реальную избирательность по со-

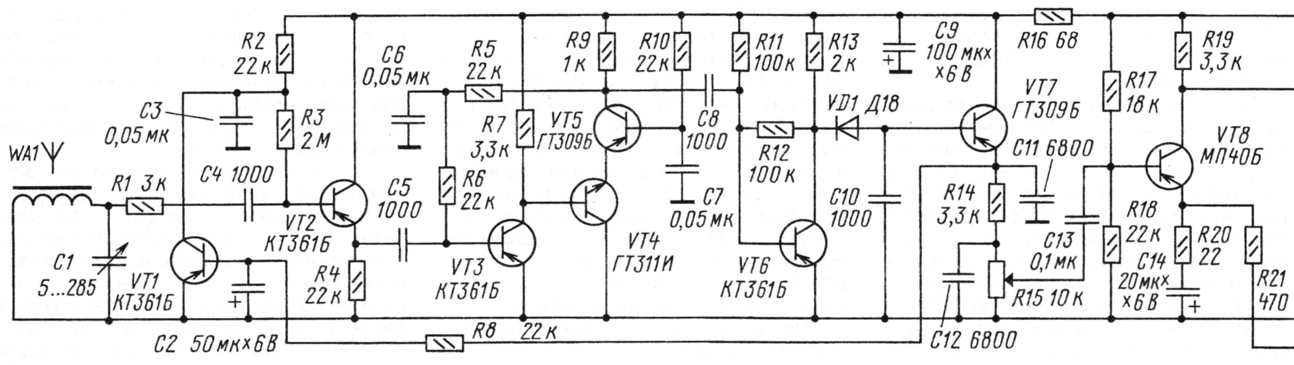


Рис. 1

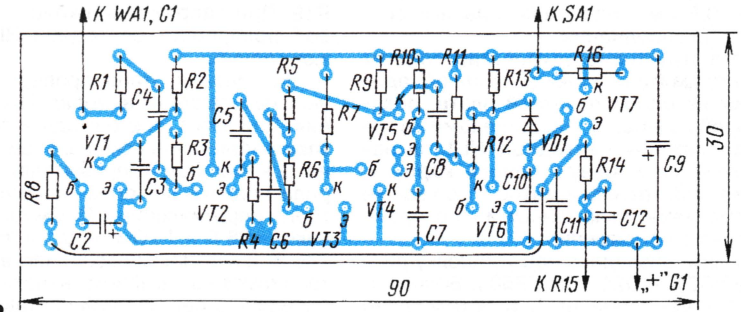


Рис. 2

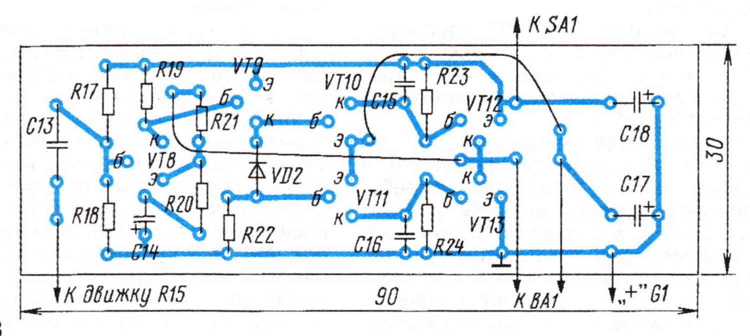
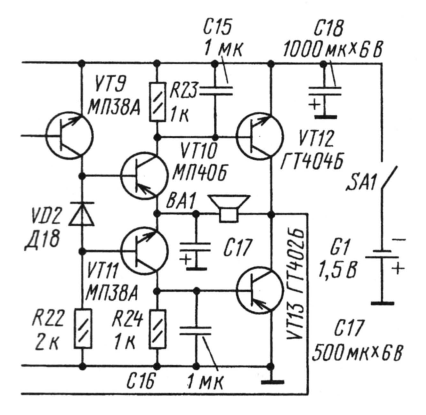


Рис. 3

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

седнему каналу, так как сигнал мешающей станции, уже ослабленный входным контуром, оказывается ниже порога детектирования.

С эмиттера VT7 напряжение звуковой частоты через фильтрующую цепь C11R14C12 и регулятор громкости R15 подается на усилитель звуковой частоты, собранный по бестрансформаторной схеме с непосредственной связью на транзисторах VT8—VT13. Все транзисторы УЗЧ включены по схеме с общим эмиттером. Потенциал средней точки на выходе усилителя задается делителем R17R18 и поддерживается



автоматически благодаря ОС через резистор R21. Глубина общей ООС на звуковых частотах определяется соотношением сопротивлений резисторов R20 и R21. Ток покоя оконечных транзисторов задается резистором R22, диод VD2 служит для температурной стабилизации этого тока. VT10 и VT11 — транзисторы фазоинвертора, они обеспечивают возбуждение транзисторов оконечного каскада VT12 и VT13. Двойная амплитуда сигнала на нагрузке достигает 1,4 В при напряжении питания 1,5 В и сопротивлении нагрузки 16 Ом. Наилучшие результаты были получены с головкой 0,5ГД-31. Возможен вариант с двумя последовательно включенными головками от абонентского громкоговорителя или другими, непременное условие — хорошая акустическая отдача головки, ведь максимальная выходная мощность УЗЧ не превышает 30 мВт.

Чертежи печатных плат показаны на **рис. 2** и **рис. 3**. Конструкция приемника произвольная, можно использовать корпус от абонентского громкоговорителя. Ручка настройки приемника расположена на передней панели, верньерное устройство отсутствует. На лицевой панели располагаются громкоговоритель, регулятор громкости и выключатель питания (кнопка П2К). Магнитная антенна выполнена на стержне из феррита марки 600НН длиной 160 мм и диаметром 8 мм. Катушка входного контура содержит 240 витков провода ПЭЛ-0,12.

Использованы резисторы типа МЛТ-0,25, конденсаторы малой емкости — керамические КТ-1а или подобные, оксидные конденсаторы — К50-3, конденсатор С9 — ЭМ. Транзисторы КТ361 можно заменить на КТ349, КТ326, КТ357, МП40 — на МП41, МП38 — на МП10, ГТ309 — на ГТ322, П403, П416. Вместо транзистора ГТ402 можно применить ГТ403. Транзисторы подойдут с любыми буквенными индексами, подбора по каким-либо параметрам не требуется. Диоды — любые маломощные германиевые. Гальванический элемент — типов 316, 343, возможно применение щелочного аккумулятора.

При налаживании следует проверить режимы работы каскадов при отсутствии сигнала. На эмиттере VT2 должно быть напряжение −0,2 ...−0,4 В, на коллекторе VT5 — −0,75...−0,85 В, на коллекторе VT13 — −0,75 В.

Подбором резистора R11 надо установить напряжение на эмиттере VT7 −0,25...−0,3 В. Ток покоя УЗЧ устанавливают подбором резистора R22 в пределах 3...4 мА. Во время работы приемник потребляет в среднем 8...10 мА. Работоспособность приемника сохраняется при снижении напряжения питания до 1 В.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

НОВОСТИ ЭФИРА

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

МОСКВА. На частоте 105,2 МГц начала вещание новая радиостанция "NEXT", входящая в холдинг "Газпром-Медиа". Станция передает музыку разных стилей, а также информационные выпуски, познавательные и развлекательные программы. Передатчик расположен в районе станции метро "Курская", на крыше здания НИИ Радио по адресу: ул. Казакова, 16. Сайт радиостанции: **<www.radionext.ru>**.

Радиостанция "Тройка", ранее вещавшая на частоте 105,2 МГц, отныне работает на частоте 90,8 МГц. Координаты и наполнение эфира изменений не претерпели, программное расписание осталось прежним. Передатчик находится в Радиоцентре № 13 "Балашиха"(в районе пересечения МКАД и шоссе Энтузиастов. Сайт станции: **<www.radiotroyka.ru>**.

Радиостанция "Спорт FM", работавшая до этого времени на частоте 90,8 МГц, прекратила свое существование.

ТАТАРСТАН, г. Казань. С июля 2005 г. на частоте 107,8 МГц начнет вещать сетевая радиостанция "Love Radio". Трансляцию будет вести информационная служба "Love Radio — Казань" при телерадиокомпании "Новый Век".

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ЭФИОПИЯ. Радиостанция "Fana"вещает на четырех местных языках: амхарском, оромо, афарском и сомали. Среди программ — новости, обзоры текущих событий, разговорные и развлекательные программы, отражающие различные стороны реальной жизни страны и, как говорится на сайте станции, "способствующие построению мостов всеобщего понимания и доверия в обществе". Вещание ведут на частотах 1080, 6210 и 6940 кГц. Мощность коротковолновых передатчиков — 10 кВт. Станция работает в эфире с 03.30 до 20.00, а в субботу и воскресенье — до 18.00 (несколькими блоками).

США, АЛЯСКА. В январе началось строительство новой башни для второй антенны радиостанции KNLS ("Новая Жизнь"). Высота антенны, которая будет расположена в г. Анкор-Пойнте, примерно 111 метров. Как только башня будет установлена, начнется монтаж многовибраторной (или синфазной) антенны, которая займет площадь в 3 акра (или более одного гектара). Технический персонал станции рассчитывает, что уже с начала нового вещательного сезона, т. е. с 28 марта текущего года, антенна начнет работать.

БОТСВАНА. "Радио Ботсвана" работает на восьми частотах диапазона СВ: на частоте 1071 кГц с мощностью 25 кВт, на частотах 531, 648, 873, 972, 1215 и 1350 кГц с мощностью 50 кВт, а также на частоте 621 кГц с мощностью 100 кВт. На коротких волнах используют частоты 4820 и 7255 кГц, мощность передатчика — 50 кВт.

ВАТИКАН. В связи с увеличившимся количеством помех на частоте 1467 кГц "Радио Ватикана" приняло решение о параллельной трансляции на еще одной частоте диапазона СВ — 702 кГц, мощность передатчика — 400 кВт. Оба передатчика находятся в Монте-Карло и работают с 18.10 до 19.40 параллельно с еще одним передатчиком из Рима на частоте 1530 кГц. Рапорты о приеме приветствуются по адресу: VATICAN RADIO, 00120 VATICAN CITY.

ТУНИС. Программы из Туниса на иностранных языках выходят в эфир только на частоте 963 кГц диапазона СВ по следующему (немного измененному) расписанию: с 09.03 до 10.00 — на немецком; с 13.03 до 14.00 — на английском; с 14.03 до15.00 — на итальянском; с 19.03 до 20.00 — на испанском языке.

На коротких волнах транслируются программы только на арабском языке, расписание такое (частота в кГц — время): 7190 — 04.00—7.00 и 17.00—24.00; 7225 — 16.00—24.00; 7275 — 04.00—07.00; 9720 — 02.00—05.00 и 16.00—21.00; 11730 и 11950 — 14.00—17.00; 12005 — 02.00—05.00 и 16.00—21.00; 15450 и 17735 — 12.00—16.00.

ИЗРАИЛЬ. Произошли очередные изменения в вещании "Голоса Израиля" на коротких волнах. Передачи на русском языке выходят сейчас в эфир по пятницам с 16.00 до 16.25 на частотах 7420, 9985, 15760 кГц и ежедневно с 21.00 до 22.00 на частотах 7520 и 9390 кГц. Ожидается, что коротковолновое вещание "Голоса Израиля" полностью прекратится 31 марта текущего года.

УКРАИНА, г. Донецк. Вот что можно услышать в эфире этого города (частота в МГц — название станции): 92,3 — "Love Радио Украина"; 99,0 — "Эра FM"; 99,4 — "Шарманка"; 100,0 — "LUX FM"; 100,5 — "Мега Радио"; 101,2 — "Хит FM Украина"; 101,6 — планируется "Центр"; 102,1 — "Шансон"; 102,6 — "Мелодия"; 103,1 — планируется "Класс" поочередно с "Шансон" (Горловка); 103,5 — "Точка"; 104,1 — "M FM"; 104,7 — "Русское радио Украина"; 105,1 — "Спорт FM"; 105,5 — "Стильное радио Шансон"; 106,0 — "Авторадио Украина"; 106,4 — "Kiss FM" — "Dance Radio"; 106,8 — "Европа Плюс"; 107,2 — "GALA-радио"; 107,6 — "Наше Радио".

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ. Радиостанция "New Zealand International" на английском языке принята в Восточной Европе с 13.50 до 14.05 на частоте 9870 кГц.

ПОЛЬША. "Twoje Radio 6 Plus" в г. Радзынь-Подляски начало регулярное вещание на частоте 1395 кГц. Большую часть времени на этой частоте ретранслирует "Польское Радио" из Люблина. Собственные передачи "Twoje Radio 6 Plus" лучше всего искать с 07.30 до 09.30 и с 14.30 до 17.00.

НОВОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ЭФИРА

ЕКАТЕРИНБУРГ. В г. Первоуральске официально открыли первый в России православный телеканал. Он принадлежит медиахолдингу екатеринбургской епархии. Религиозные передачи в эфире займут 7 часов, светские — 11. Журналисты православного канала будут трудиться в окружении икон. На работе всем сотрудникам запрещено курить, а женщинам — появляться в джинсах или брюках. В отличие от светского, православное телевидение будет внимательно следить за содержанием рекламных роликов. Кроме того, как утверждают в епархии, в эфире не будет политики. Теперь, когда у екатеринбургской епархии есть своя телевизионная частота, медиахолдинг священнослужителей будет расширяться. Уже в следующем месяце православное телевидение будет вещать в 27 городах области, а в сентябре его программы смогут увидеть и телезрители Екатеринбурга. Источник: **<http://www.internews.ru>**.

КАРЕЛИЯ. Здесь планируется модернизировать устаревшие теле- и радиосети, по которым транслируются федеральные каналы телевидения и радио. Это позволит не только увеличить число принимаемых каналов и улучшить качество изображения и звука, но и предоставить дополнительные возможности для развития Интернета, телефонной связи и прочих электронных коммуникационных услуг.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. В сентябре прошлого года здесь начал вещание новый музыкальный телевизионный канал "O2" (O — буква). Один из его учредителей — московская корпорация "Необитаемое время", ранее вещала в тестовом режиме по московской эфирно-кабельной сети "Космос-TV". Далее канал "O2" появится в комплекте "НТВ+", и затем планируется выход в регионы, первый из которых — Петербург. Через год "O2" намерен стать федеральным каналом с круглосуточным вещанием. Передача сигнала будет происходить тремя способами: по кабельным сетям, через спутник и по эфирным частотам региональных телеканалов. По предварительной версии на канале не будет бизнес-информации, основной упор станет делаться на развлекательные программы: только отечественная музыка, программы любительской видеосьемки, ток-шоу... Телевизионщики делают ставку на молодежь и рассчитывают, что программы канала "O2" будут смотреть 5 % российской аудитории. Подробнее о телеканале можно узнать на сайте **<http://www.o2tv.ru>**.

ЧЕЧНЯ. Российская телерадиовещательная сеть (РТРС) ввела в опытную эксплуатацию телерадиовещательный комплекс в Чеченской Республике. Он включает в себя спутниковую приемно-передающую станцию телевидения и радиовещания, а также ретрансляторы в поселках Щелковская и Знаменское в составе приемной спутниковой станции и эфирных телевизионных и радиовещательных передатчиков. С вводом комплекса в эксплуатацию население северных районов Чечни получило возможность смотреть центральные программы Первого канала и ТВ канала "Россия", а также слушать передачи "Радио России" и "Маяка" с включением программ республиканского радио и телевидения.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

Редактор — В. Поляков

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

Этапы разработки устройства на ПЛИС

В. ХОДЫРЕВ, г. Санкт-Петербург

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) уже давно и широко применяют для создания сложных электронных систем. Еще недавно подобная система на стандартных логических микросхемах малой и средней степени интеграции могла занимать несколько стоек. Сегодня ее функциональный эквивалент на ПЛИС умещается на одной печатной плате. Постоянная тенденция увеличения логического объема таких микросхем и одновременное снижение цен на них делает рентабельным создание сложных систем на одном кристалле.

Проектируют и отлаживают устройства на ПЛИС с помощью компьютерных автоматизированных систем проектирования (САПР), что значительно сокращает сроки разработки. Автор предлагаемой статьи рассказывает о порядке разработки "прошивок" ПЛИС одной из распространенных серий.

Универсальность ПЛИС объясняется наличием в них конфигурируемых логических блоков (КЛБ), число которых в современных микросхемах достигает десятков тысяч. В состав каждого КЛБ входят узлы, реализующие функции алгебры логики, и элементы памяти — D-триггеры (защелки). На **рис. 1** представлена схема КЛБ ПЛИС семейства Spartan-II фирмы XILINX.

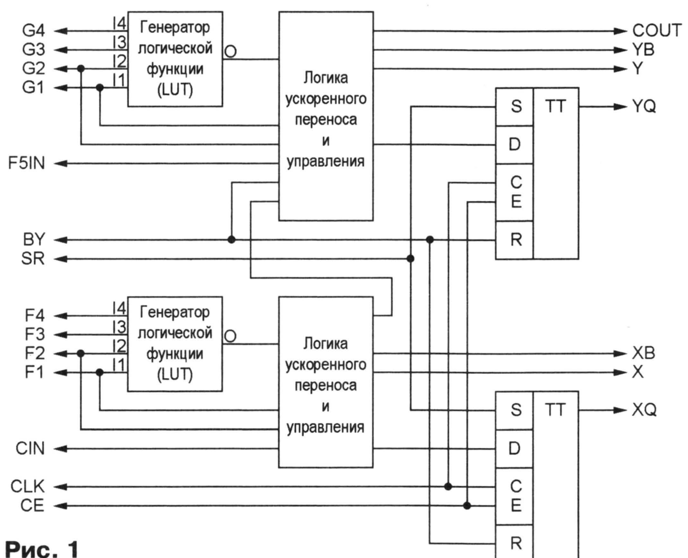


Рис. 1

Каждый КЛБ может быть настроен на выполнение определенных логических функций, а его входы и выходы соединены необходимым образом с другими КЛБ и с внешними выводами микросхемы. Это делают, загружая в ПЛИС конфигурационные данные из файла, созданного при проектировании системы. Операция подобна программированию микроконтроллера и выполняется с помощью программатора. Многие ПЛИС рассчитаны на многократное перепрограммирование, что позволяет быстро вносить изменения, необходимость которых выявлена при испытаниях или во время эксплуатации.

Проектирование устройства на ПЛИС начинают с разработки его функциональной схемы. Деление системы на функциональные модули и формулировка требований к ним позволяют разрабатывать каждый модуль независимо от других. Зачастую удается воспользоваться готовыми отлаженными модулями с нужными свойствами из других проектов. Это минимизирует затраты времени на новые разработки.

Модуль вводят в проект в виде схемы соединения стандартных логических элементов (**рис. 2**), очень похожей на обычную принципиальную, или описывают его работу на одном из языков описания аппаратных средств (**табл. 1**). Проект может одновременно содержать модули, логика работы которых задана любым из указанных способов. Модули могут быть вложены друг в друга на различных иерархических уровнях.

Таблица 1

```
CONST_LABEL: process (CLK, RESET,
     CPU_INIT, WRITE_IRAM_ADDR)
begin
  if CLK'event and CLK = T then
    if RESET = T
    or CPU_INIT = '0' then
      CONST <= (others => '0');
    elsif (
    WRITE_IRAM_ADDR = CONSTL_ADDR
    and IRAM_WR = T)
      CONSTL <= INTERNAL_BUSG;
    else NULL;
    end if;
  else NULL;
  end if;
end process;
XRAM_ADDR <= DPTR (14 downto 0);
DRAM_COMP1: RAM64x8D
  port map (
    WE => LOW_IRAM_WR,
    D => INTERNAL_BUSG,
    WCLK => CLK,
    A0 => WRITE_IRAM_ADDR(0),
```

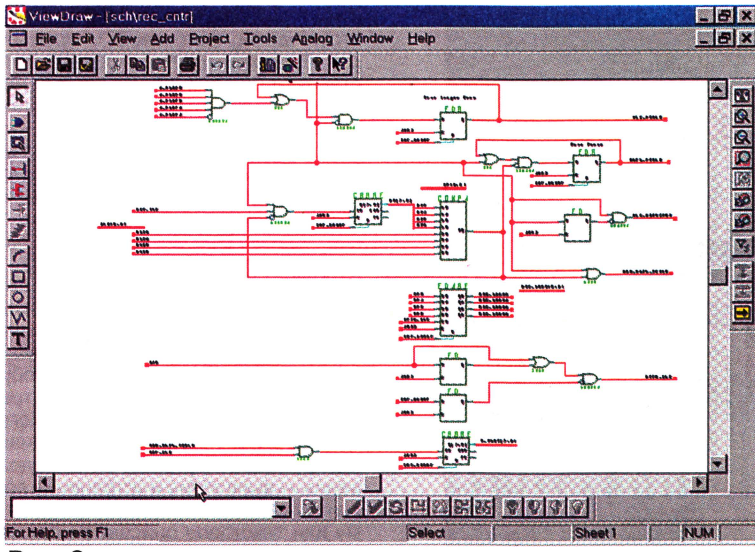


Рис. 2

Для ввода и корректировки схем предусмотрена специальная программа-редактор. В пакете WorkView Office она названа ViewDraw. В редакторе обязательно имеется библиотека логических элементов, в том числе готовых моделей микросхем стандартных серий малой и средней степени интеграции. Существует и огромное число отлаженных моделей микроконтроллеров, контроллеров интерфейса и других периферийных устройств.

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

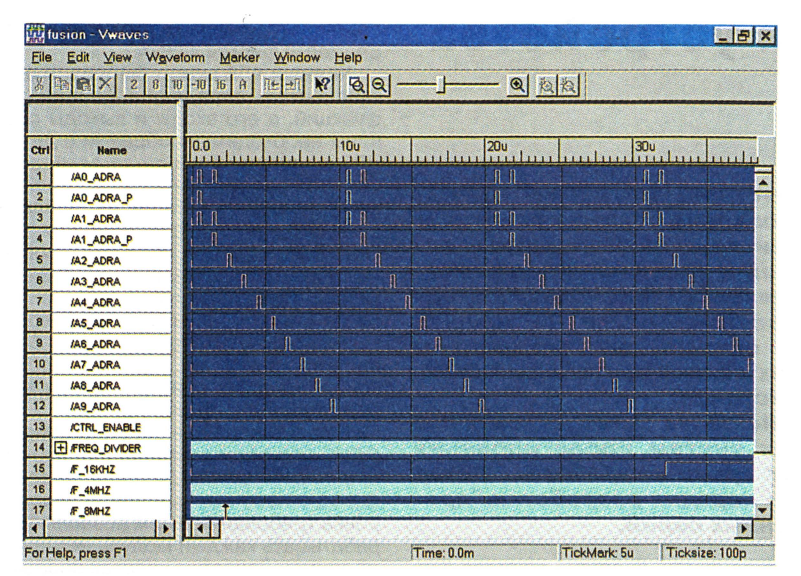


Рис. 3

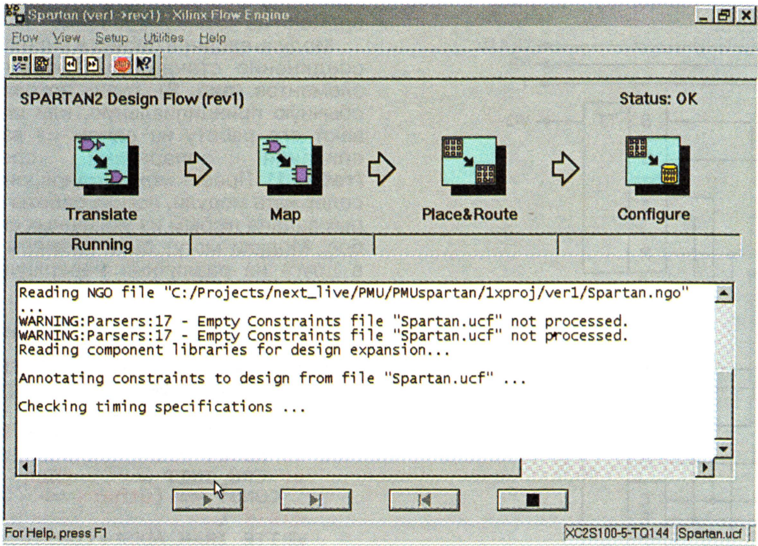


Рис. 4

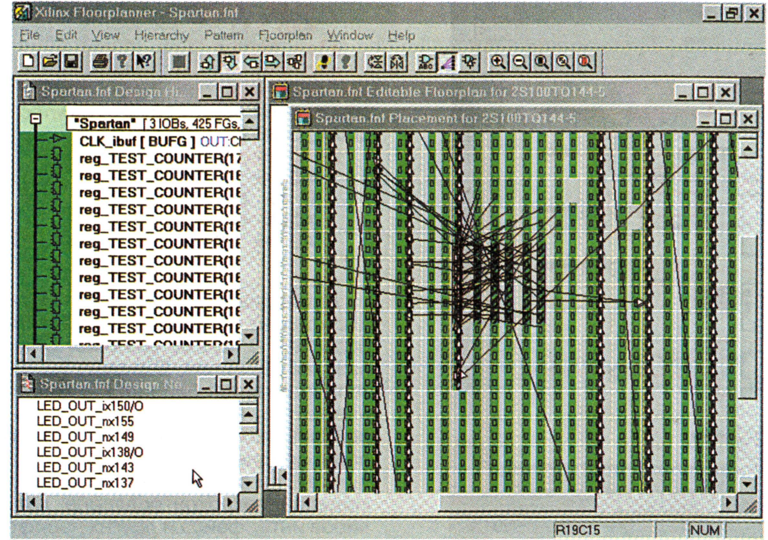


Рис. 5

Таблица 2

```
RESTART
WAVE NEXT_N.VCD C CAN CON0 CON1
COR_01 I LOAD Q RDG RDS1L S2L
L CON0 CON1 COR_01 C LOAD RDG I
H S2L RDS1L
TICKSIZE 100PS
STEPSIZE 100
H GR
SIM
L GR
CLOCK C 0 1
H RDG
CYCLE 2
L RDG
WFM LOAD 0=0 (180NS=1 20NS=0)*100
WFM I 0=0 (600NS=1 600NS=0)*17
WFM RDS1L 0=0 3000NS=1
WFM S2L 0=0 6000NS=1
WFM COR_01 0=0 600NS=1 200NS=0
run
```

Таблица 3

```
signal RESET: std_logic := '0';
signal INV_COMAND:
        std_logic_vector (
        1 downto 0) := "00";
begin
process
begin
  F_4MHZ <= '0'; wait for 125 ns;
  F_4MHZ <= '1'; wait for 125 ns;
end process;
FREQ_DIV_COMP: FREQ_DIV
port map
  (
  F_4MHZ => F_4MHZ,
  F_16KHZ => F_16KHZ,
  F_1KHZ => open,
  F_38400HZ => open,
  F_4800HZ => open,
  F_12500HZ    => open
  );
```

В настоящее время большой популярностью пользуется язык описания аппаратуры на высокоскоростных интегральных схемах VHDL. В начале 80-х годов прошлого века министерство обороны США финансировало разработку этого языка, приняло его в качестве стандарта и обязало поставщиков цифровых микросхем для военной техники представлять на языке VHDL описание логики их работы.

Язык поддерживает три различных стиля описания аппаратных средств: структурный, потоковый и поведенческий. В первом случае устройство представляют иерархией связанных компонентов. Во втором — множеством параллельных регистровых операций, каждой из которых управляют вентильные сигналы. В третьем — последовательностью инструкций, напоминающих применяемые в языках программирования высокого уровня. Все три стиля могут присутствовать в проекте одновременно.

Задав тем или иным способом логику работы модуля, выполняют его функциональное моделирование с помощью программы-симулятора Speed Wave. Она выводит на экран диаграмму, отображающую изменение входных, внутренних и выходных сигналов тестируемого модуля во времени. Пример такой диаграммы приведен на **рис. 3**. Цель моделирования — выявление и устранение логических ошибок. Если они обнаружены, схему или текстовое описание модуля корректируют и повторяют моделирование.

Таблица 4

```
The 20 Worst Net Delays are:
-----------------------------
| Max Delay (ns) | Netname |
-----------------------------
   5.297    TEST COUNTER(1388)
   4.890    TEST COUNTER(1545)
   4.877    TEST COUNTER(1389)
   4.846    TEST COUNTER(1541)
   4.803    TEST COUNTER(1604)
   4.480    TEST COUNTER(1612)
   4.397    TEST COUNTER(1540)
   4.345    TEST COUNTER(1582)
   4.326    TEST COUNTER(1292)
   4.272    TEST COUNTER(1289)
   4.182    TEST COUNTER(1446)
   4.090    TEST COUNTER(1544)
   4.024    TEST COUNTER(1293)
   4.002    TEST COUNTER(1454)
   3.975    TEST COUNTER(1296)
   3.862    modgen_eq_1_ix2664/o
   3.839    TEST COUNTER(1583)
```

Таблица 5

```
Command Line map -p xc2s100-5-tq144 -o map.ncd Spartan.ngd Spartan.pcf
Target Device x2s100
Target Package tq144
Target Speed -5
Mapper Version spartan2 -- D.26
Mapped Date Mon Apr 14 15:48:28 2003
Design Summary
Number of errors:                  0
Number of warnings:                1
Number of Slices:              1,076 out of  1,200      89%
Number of Slices containing
unrelated logic:                   0 out of 1,076        0%
Number of Slice Flip Flops:    1,724 out of 2,400       71%
Total Number 4 input LUTs:       425 out of 2,400       17%
Number used as LUTs:            424
Number used as a route-thru:      1
Number of bonded IOBs:             2 out of    92        2%
Number of GCLKs:                   1 out of     4       25%
Number of GCLKIOBs:                1 out of     4       25%
Total equivalent gate count for design:  17,749
```

Чтобы проверить модуль, необходимо задать закон изменения состояний его входов. Если модуль задан схемой, для этого применяют специальный командный язык. Фрагмент описания тестового воздействия на этом языке представлен в **табл. 2**.

Для модуля, работа которого описана на языке VHDL, на нем же пишут другой модуль, включающий в себя проверяемый как компонент и формирующий испытательные сигналы на его входах. Фрагмент описания тестового модуля представлен в **табл. 3**.

Отладив все модули системы, переходят к следующему этапу разработки — формируют список связей между ее элементами. VHDL-проект перед генерацией списка связей компилируют и оптимизируют. Этот процесс называют синтезом, а программу, его выполняющую, — синтезатором. Проект может быть оптимизирован по критериям наилучшего быстродействия или наиболее компактной упаковки в ПЛИС с учетом архитектуры и особенностей конкретной микросхемы. Можно задать требования к оптимизации всего проекта или отдельных цепей и их классов.

Список связей обрабатывает программа размещения элементов в КЛБ и трассировки связей между ними. Ей можно задать некоторые особые параметры проекта и выполнить его "тонкую настройку". Программа выполняет трассировку в четыре этапа (**рис. 4**):

— проверяет список связей и транслирует его на свой внутренний язык;

— размещает элементы в виртуальных КЛБ;

— заменяет виртуальные КЛБ реальными и трассирует соединения;

— создает файл конфигурации (bit stream) с данными для программирования микросхемы.

После размещения элементов в виртуальных КЛБ имеется возможность с помощью специального редактора Floor Planner разместить их в реальной ПЛИС вручную. Окно этого редактора показано на **рис. 5**. Создав файл конфигурации (bit stream), программа формирует файлы-отчеты о результатах реализации проекта (**табл. 4** и **5**).

Имеется возможность с помощью редактора FPGA Editor просмотреть топологию ПЛИС и выполнить трассировку вручную. Обычно им пользуются, чтобы разместить и "развести" наиболее критичные узлы системы перед автоматической трассировкой или откорректировать ее результат.

Правильность проектирования проверяют, моделируя работу разработанного устройства с учетом фактических временных задержек распространения сигналов внутри КЛБ и между ними.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, скриншоты — автора

Расчет вентилируемого ребристого теплоотвода

А. СОРОКИН, г. Радужный Владимирской обл.

Статья рассказывает о методике расчета ребристого теплоотвода, служащего для охлаждения элементов РЭА, которые выделяют во время работы значительное количество тепла. Она позволяет выполнять практические расчеты современных высокоэффективных малогабаритных теплоотводящих устройств.

В качестве примера для описываемого ниже расчета использован узел, состоящий из процессора Intel Pentium4 Willamette 1.9 ГГц, черненого медного ребристого теплоотвода, к которому процессор прикреплен, и воздушного вентилятора (кулера) B66-1A производства компании ADDA Corporation. Методика (в общих чертах она изложена в [1]) применима для всех радиоэлектронных устройств с тепловой мощностью, выделяемой охлаждаемым элементом, до 100 Вт и рассчитана на принудительный поток охлаждающего воздуха и ребристый теплоотвод с плоскими рабочими поверхностями (**рис. 1**).

Сформулируем исходные параметры:

P = 67 Вт — тепловая мощность, выделяемая охлаждаемым элементом;

$T_{окр.\,ср}$ = 296 K — температура окружающей среды (воздуха) в градусах Кельвина;

$T_{кр\,max}$ = 348 K — предельная паспортная температура кристалла охлаждаемого полупроводникового прибора;

$L = 83\cdot10^{-3}$ м — длина теплоотвода в метрах;

$B = 69\cdot10^{-3}$ м — ширина теплоотвода;

$H = 30\cdot10^{-3}$ м — высота ребра;

$A = 8\cdot10^{-3}$ м — толщина основания;

$c = 0{,}8\cdot10^{-3}$ м — толщина ребра;

$b = 1{,}5\cdot10^{-3}$ м — расстояние между ребрами;

z = 27 — число ребер теплоотвода;

$v \geq 2$ м/с — скорость воздушного потока в каналах теплоотвода;

$\lambda_м$ = 380 Вт/м·К— коэффициент теплопроводности металла теплоотвода (меди);

$\varepsilon_п$ = 0,7 — степень черноты поверхности теплоотвода.

Источник тепла прикреплен к основанию теплоотвода снизу по рисунку, а вентилятор установлен сверху так, что поток воздуха поступает в межреберные каналы посредине теплоотвода и вытекает на обе стороны.

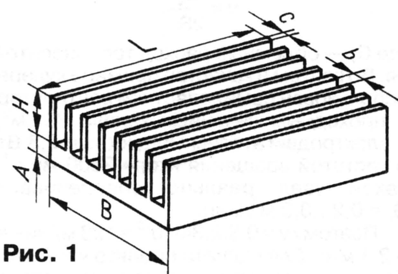


Рис. 1

Порядок расчета:

1. Определяют суммарную площадь сечения каналов между ребрами по формуле

$$S_к = b\cdot H\,(z-1) = 1{,}5\cdot10^{-3}\cdot30\cdot10^{-3}\cdot26 = 1{,}17\cdot10^{-3}\ м^2. \quad (1)$$

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

2. Задаются двумя значениями средней температуры основания теплоотвода $T_{о.ср}$: 353 K (+80 °C) и 313 K (+40 °C). При выборе этих значений руководствуются двумя соображениями: они должны отстоять одно от другого хотя бы градусов на сорок, а рабочая температура охлаждаемого объекта должна быть между ними.

Определяем температуру перегревания основания теплоотвода (температурную разницу между ним и средой) в обеих точках:

$$T_{пер} = T_{о.ср} - T_{окр.ср};\qquad(2)$$

$T_{пер1} = 57$ K; $T_{пер2} = 17$ K.

3. Далее ведут расчет для первой точки $T_{пер1}$. Находят расчетную температуру $T_р$ воздуха в канале теплоотвода, необходимую для определения критериев Рейнольдса (Re) и Нуссельта (Nu):

$$T_р = T_{окр.ср} + \frac{P}{2v \cdot S_к \cdot \rho \cdot C_в},\qquad(3)$$

где ρ — плотность воздуха при температуре

$$T_{ср} = \frac{T_{о.ср} + T_{окр.ср}}{2};$$

для первой точки

$$T_{ср} = \frac{363+296}{2} = 324{,}5\ K,$$

и по **таблице**, взятой из справочника [1, с. 401], находим для этой температуры $\rho = 1{,}1$ кг/м^3;

$C_в$ — теплоемкость воздуха при температуре $T_{ср}$; из той же таблицы находим

$$C_в = 1005\ \frac{Дж}{кг \cdot K}.$$

Температура окружающего воздуха, $T_{окр.ср}$, K (°C)	Значения констант для расчета теплоотвода			
	$\lambda_в \cdot 10^{-2}$, Вт/м·K	$\nu \cdot 10^{-6}$, м^2/с	$C_в$, Дж/кг·K	ρ, кг/м^3
273 (0)	2,44	13,3	1005	1,29
293 (20)	2,59	15,1	1005	1,21
333 (60)	2,9	19	1005	1,06
373 (100)	3,21	23,1	1009	0,95

Для расчета скорости v потока воздуха в каналах теплоотвода при центральном размещении вентилятора, когда воздух вытекает с обеих сторон каждого канала теплоотвода, вычисленную площадь сечения $S_к$ удваивают. Поэтому в рассматриваемом случае скорость потока вычисляют по формуле

$$v = \frac{G_v}{2S_к},$$

где G_v — объемный расход теплоносителя. Во взятом в качестве примера кулере использован семилопастной вентилятор с проходным сечением канала 30 см^2, с электродвигателем мощностью 2,3 Вт и частотой вращения якоря 3500 мин$^{-1}$. Такой узел реально обеспечивает $G_v = 0{,}2...0{,}3$ м^3/мин.

Поэтому $v = 0{,}3:2{,}34 \cdot 10^{-3} = 128$ м/мин = 2,1 м/с. Для расчета принято v = 2 м/с. Такое же значение скорости потока можно найти в [2].

Итак, вычисляем $T_р$:

$$T_р = 296 + \frac{67}{2 \cdot 2 \cdot 1{,}17 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}1 \cdot 1005} \approx 309\ K$$

или 36 °C.

4. Определяют значения критериев Рейнольдса и Нуссельта, необходимых для расчета коэффициента теплоотдачи ребер теплоотвода:

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu},\qquad(4)$$

где ν — коэффициент кинематической вязкости воздуха при найденном значении температуры $T_р$. Значение этого коэффициента найдем из упомянутой выше таблицы в [1]:

$\nu = 17{,}4 \cdot 10^{-6}$ м^2/с; поэтому

$$Re = \frac{2 \cdot 83 \cdot 10^{-3}}{17{,}4 \cdot 10^{-6}} = 9500;$$

$$Nu = 0{,}032Re^{0,8} = 0{,}032 \cdot 9500^{0,8} = 48{,}6.\qquad(5)$$

5. Вычисляют коэффициент конвективного теплообмена ребер теплоотвода:

$$\alpha_к = \frac{Nu \cdot \lambda_в}{L},\qquad(6)$$

где $\lambda_в$ — коэффициент теплопроводности воздуха при расчетной температуре $T_р$. Из той же таблицы находим

$\lambda_в = 2{,}72 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·K:

$$\alpha_к = \frac{48{,}6 \cdot 2{,}72 \cdot 10^{-2}}{83 \cdot 10^{-3}} = 15{,}9\ м^2 \cdot K.$$

6. Определяют вспомогательные коэффициенты:

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_к}{\lambda_м \cdot c}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15{,}9}{380 \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-3}}} = 10{,}2;\qquad(7)$$

$m \cdot H = 10{,}2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0{,}31$; $th(m \cdot H) = 0{,}3$.

7. Находят тепловую мощность, отдаваемую ребрами теплоотвода:

$$P_р = z \cdot \lambda_м \cdot m \cdot S_р \cdot T_{пер1} \cdot th(m \cdot H),\qquad(8)$$

где $S_р$ — площадь поперечного сечения ребра,

$$S_р = L \cdot c = 83 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-3} = 0{,}066 \cdot 10^{-3}\ м^2.\qquad(9)$$

Отсюда $P_р = 27 \cdot 380 \cdot 10{,}2 \cdot 0{,}066 \cdot 10^{-3} \cdot 57 \cdot 0{,}3 = 118{,}45$ Вт.

8. Определяют среднюю температуру ребра теплоотвода:

$$T_{р.ср} = 0{,}5 \cdot T_{о.ср}\left[1 + \frac{1}{ch(m \cdot H)}\right].\qquad(10)$$

Тангенс гиперболический th и косинус гиперболический ch легко вычислить на инженерном калькуляторе путем последовательного выполнения операций "hyp", "tg" и "hyp", "cos";

$$T_{р.ср} = 0{,}5 \cdot 353\left(1 + \frac{1}{1{,}05}\right) = 344{,}6\ K\ (71{,}6\ °C).$$

9. Определяют лучистый коэффициент теплообмена:

$$\alpha_л = \varepsilon_п \cdot f(T_{р.ср};\ T_{окр.ср}) \cdot \varphi,\qquad(11)$$

где $f(T_{р.ср};\ T_{окр.ср}) = 0{,}23[5 \cdot 10^{-3}\ (T_{р.ср} + T_{окр.ср})]^3 = 0{,}23[5 \cdot 10^{-3}\ (344{,}6 + 296)]^3 = 7{,}56$;

$$\varphi = \frac{b}{b+2H} = \frac{1{,}5 \cdot 10^{-3}}{1{,}5 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = 0{,}024.$$

Отсюда

$\alpha_л = 0{,}7 \cdot 7{,}56 \cdot 0{,}024 = 0{,}13$ Вт/м^2.

10. Вычисляют тепловую мощность, отдаваемую излучением:

$$P_{изл} = \alpha_л \cdot S_{изл}\ (T_{р.ср} - T_{окр.ср}),\qquad(12)$$

где $S_{изл}$ — площадь поверхности теплоотвода, способной излучать тепло.

Определение этой площади — вопрос непростой. Дело в том, что не все грани теплоотвода могут излучать одинаково эффективно, часть поверхности оказывается экранированной смежными узлами и деталями, излучательная способность со стороны ребер зависит даже от их шага. Не вдаваясь в подробности, воспользуемся формулой из [1], дающей в рассматриваемом случае завышенный результат:

$$S_{изл} = 2L[(z-1)\ (b+c) + c] + 2H \cdot L \cdot z;\qquad(13)$$

$$S_{изл} = 2 \cdot 83 \cdot 10^{-3}\ [26(1{,}5 \cdot 10^{-3} + 0{,}8 \cdot 10^{-3}) + 0{,}8 \cdot 10^{-3}] + 2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 83 \cdot 10^{-3} \cdot 27 = 0{,}14\ м^2.$$

Отсюда

$P_{изл} = 0{,}13 \cdot 0{,}14(344{,}6 - 296) = 0{,}87$ Вт.

11. Общая тепловая мощность, отдаваемая теплоотводом в заданной температурной точке — 353 K, равна

$$P_о = P_р + P_{изл} = 118{,}45 + 0{,}87 = 119{,}32\ Вт.$$

12. Все приведенные выше вычисления повторяют для второй заданной температурной точки — 313 K: $P_о = 36{,}41$ Вт.

13. По полученным двум точкам строят тепловую характеристику рассчитанного теплоотвода. По вертикальной оси откладывают отдаваемую тепловую мощность, а по горизонтальной — среднюю температуру основания теплоотвода — см. **рис. 2**.

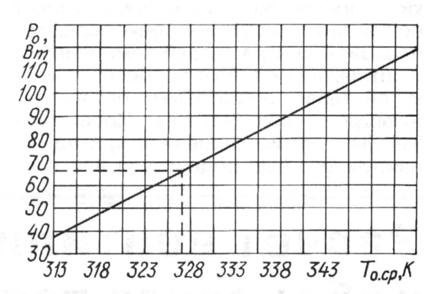


Рис. 2

По тепловой характеристике определяют среднюю температуру основания теплоотвода при заданной в условиях мощности 67 Вт: $T_{о.ср} = 326$ K, поэтому так называемая температура перегревания $T_{пер} = 326 - 296 = 30$ K.

14. Определяют температуру кристалла полупроводникового прибора и сравнивают ее с предельным значением, установленным его производителем:

$$T_{кр} = T_{о.ср} + P\ (R_{Tкр-корп} + R_{Tкорп-то}),\qquad(14)$$

где $R_{Tкр-корп}$ — тепловое сопротивление кристалл—корпус процессора, его принимают равным 0,003 K/Вт;

$R_{Tкорп-то}$ — тепловое сопротивление корпус процессора—теплоотвод, его принимают равным 0,1 K/Вт (с применением теплоотводящей пасты под корпусом);

$T_{кр} = 326 + 67\ (0{,}003 + 0{,}1) = 333$ K (60 °C).

Полученный результат ниже предельного значения (см. начальные условия) и близок к изложенному в [3] — здесь эта температура близка к 57 °C,

причем температура перегревания равна 34 °С.

15. В общем виде тепловое сопротивление между двумя плоскими поверхностями при использовании теплопроводящих паст или клеев:

$$R_T = d \cdot \lambda_п \cdot S_{конт}^{-1}, \quad (15)$$

где d — толщина зазора между поверхностями, м;

$\lambda_п$ — коэффициент теплопроводности пасты (клея), Вт/м·К;

$S_{конт}$ — площадь контактной поверхности, м^2.

Приближенное значение R_T при необходимом усилии прижатия поверхностей, без прокладок и паст считают равным

$$R_т \approx \frac{2{,}2}{S_{конт}},$$

а с теплопроводящей пастой — в два раза меньше.

16. Определяют тепловое сопротивление рассчитанного теплоотвода:

$$R_{Т.то} \frac{T_{пер}}{P} = \frac{30}{67} = 0{,}45°C/Вт. \quad (16)$$

17. Рассчитанный теплоотвод при работе вентилятора обеспечивает рассеяние тепловой мощности 67 Вт при температуре окружающего воздуха 23 °С, при этом температура кристалла полупроводникового прибора (60 °С) не превышает допустимое значение (75 °С). Доля тепла, которую узел отдает излучением (радиацией), не превосходит 1 % от общей мощности, поэтому чернение поверхности теплоотвода неэффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник конструктора РЭА. Общие принципы конструирования (под ред. Варламова Р. Г.). — М.: Советское радио, 1980.

2. **http://www.ixbt.com/cpu/** — Измерение скоростей воздуха за охлаждающими вентиляторами и кулерами. **Цикулин А., Рамейкин А.** Опубл. 30.08.2002.

3. **http://www.ixbt.com/cpu/** — Кулеры для Socket478, сезон весна—лето 2002. **Криницын В.** Опубл. 29.07.2002.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Автомат—коммутатор нагрузки на оптоэлектронном реле

Л. КОМПАНЕНКО, г. Москва

Это многофункциональное устройство способно включать свет во дворе с наступлением темноты и выключать утром, включать электроотопительное устройство в комнате, когда станет слишком прохладно, пополнять запас воды в баке по мере ее расхода и т. д., все зависит от того, с каким датчиком работает автомат.

На **рис. 1** показана схема автоматического включателя—выключателя света. Датчиком в устройстве служит кремниевый фотодиод BL1, включенный в диагональ измерительного моста на резисторах R1—R5. Напряжение с фотодиода поступает на вход компаратора DA1. Необходимый "гистерезис" напряжения компаратора обеспечивает резистор R6 в цепи ОС. Порог срабатывания автомата регулируют резистором R5. Светодиод HL1 служит для индикации момента срабатывания.

Источник питания — сетевой, собран по бестрансформаторной схеме с балластным конденсатором С4. Выходное напряжение источника стабилизировано на уровне 13 В стабилитроном VD2.

Резистор R9 сглаживает бросок тока через диоды выпрямительного моста при включении автомата в сеть.

Конденсаторы С4 и С5 — К73-17 на номинальное напряжение 630 В. Резисторы R1—R4 измерительного моста — С2—29В с допуском ±1 %.

Если входной измерительный мост устройства собрать по схеме, изображенной на **рис. 2**, оно будет поддерживать постоянную температуру в помещении. Термодатчиком здесь служит диод VD1, а в качестве нагрузки оптореле должен быть использован электрообогревательный прибор — тепловентилятор, камин, конвектор и т. п. Место

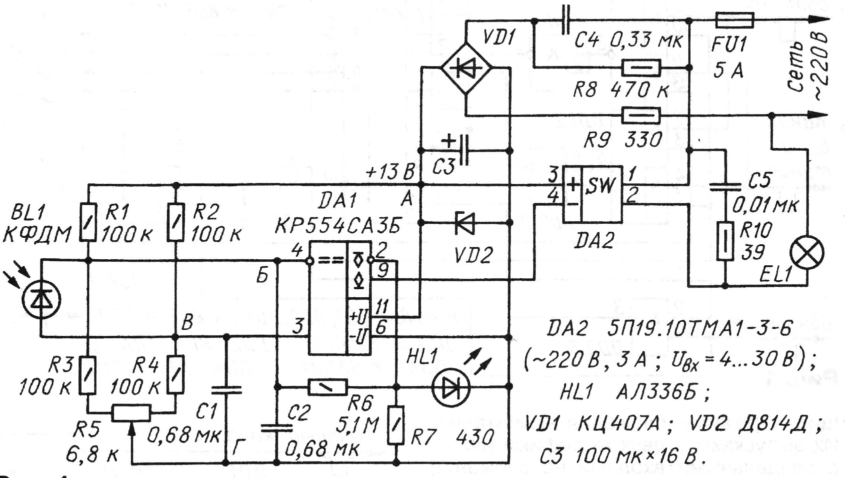


Рис. 1

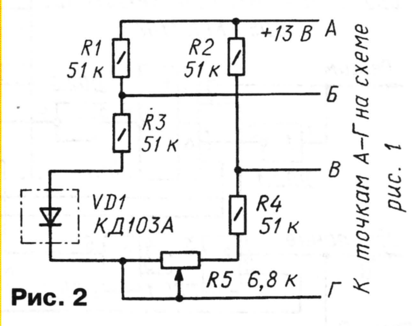


Рис. 2

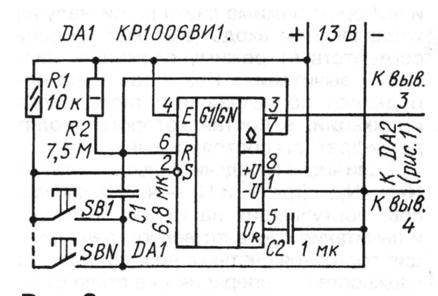


Рис. 3

При затемнении фотодиода компаратор переключается, на прямом его выходе появляется напряжение, близкое к напряжению питания, а на инверсном — близкое к нулю. В результате срабатывает оптоэлектронное реле DA2 и сопротивление его выходной цепи (выводы 1 и 2) уменьшается почти до нуля. Это приводит к включению нагрузки — лампы EL1. Цепь C5R10 — демпфирующая.

установки термодатчика следует определить экспериментально.

Резисторы в измерительном мосте должны быть такие же — С2—29В с допуском ±1 %. Датчиком температуры может быть любой кремниевый диод, например, КД102А. Желательно лишь, чтобы у него не было массивного и, тем более, металлического корпуса, иначе датчик будет реагировать на изменения температуры слишком медленно.

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

Собрав входной узел автомата по схеме на **рис. 3**, вы получите устройство, которое будет через некоторое время выключать включенный на лестничной клетке свет и тем самым экономить электроэнергию.

После нажатия на любую из кнопок SB1—SBN, где N — число этажей, свет на лестнице включится на время около 1 мин (при указанных на схеме номиналах элементов цепи R2C1), а потом погаснет до следующего нажатия. Кнопки устанавливают на лестнице по одной на каждом этаже дома.

Время освещения можно увеличить, увеличив емкость конденсатора C1 или сопротивления резистора R2. Оксидные конденсаторы здесь непригодны из-за их значительного тока утечки. Следует использовать пленочные, например, К73-16 на напряжение 63 В. Резистор R2 можно набрать из нескольких меньшего сопротивления, включенных последовательно.

Оптоэлектронные реле, использованные в описанных выше автоматах, рассчитаны на ток нагрузки не более 3 А. При большем нагрузочном токе следует применять более мощные реле, например, из серии 5П36ТМ, но необходимо учитывать, что они требуют и большего тока управления. Выбрать наиболее подходящее реле помогут статья А. Юшина "Оптоэлектронные реле" в "Радио", 1999, № 8—10 и информация, размещенная на сайте завода—изготовителя **http://www.proton-orel.ru/products/optron/optron.htm**.

В заключение напоминаем, что питание автоматов бестрансформаторное, из-за чего все их элементы находятся под напряжением питающей сети 220 В. Это заставляет при изготовлении устройств принимать меры по обеспечению электробезопасности их эксплуатации. На время налаживания или ремонта автоматов их следует включать в сеть через разделительный трансформатор 220/220 В, а нагрузку отключать.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Реверсивный счетчик импульсов

В. ДЕМОНТОВИЧ, г. Киев, Украина

Для подсчета числа импульсов обычно применяют цифровые микросхемы — двоичные или двоично-десятичные реверсивные счетчики, работающие в режиме сложения—вычитания. Их выпускают в двух модификациях — с раздельными входами на сложение и вычитание и с общим счетным входом и выбором режима счета по сигналу на управляющем входе (высокий уровень соответствует режиму сложения, низкий — вычитания). Результат счета определяют по показаниям табло блока индикации, в состав которого входят дешифраторы состояния счетчика.

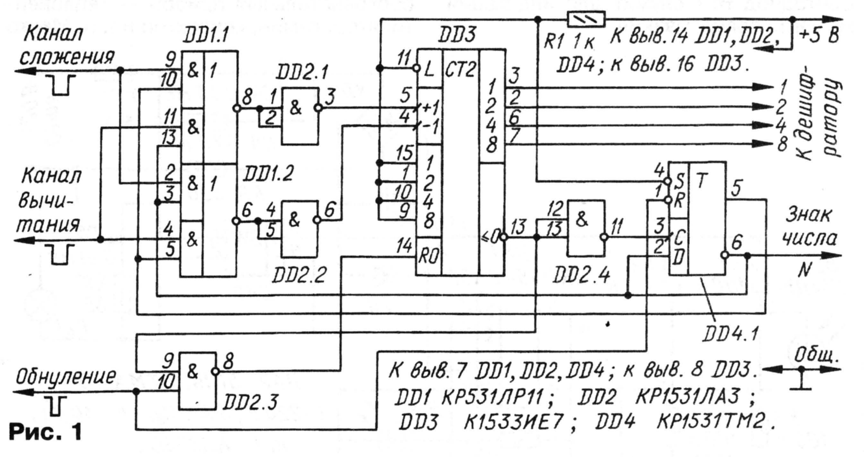


Рис. 1

Если число N подсчитанных импульсов $N=N_1-N_2\geq0$ (где N_1 и N_2 — числа импульсов, поступивших на входы сложения и вычитания соответственно), дешифрация состояния счетчика не представляет сложностей — операция уже стала стандартной. Если же $N<0$, число импульсов, подсчитанных счетчиком, будет отображаться дополнительным кодом –1, а это уже требует специального дешифратора. Результат счета в этом случае будет, как известно, отображаться числом $M-N+1$, где M — емкость счетчика.

Вниманию читателей предлагаю вариант реверсивного счетчика, позволяющего индицировать подсчитанное число импульсов стандартным дешифратором (например, двоично-десятичным) независимо от знака разности N_1-N_2.

Схема трехразрядного реверсивного двувходового счетчика показана на **рис. 1**. Импульсы на сложение поступают по одному каналу, а на вычитание — по другому. Кроме кода подсчитанного числа, счетчик формирует на инверсном выходе триггера DD4.1 сигнал знака этого числа (высокий уровень соответствует $N\geq0$, низкий — $N<0$).

Исходное состояние счетчика DD3 и триггера DD4.1 определяется сигналом низкого уровня на входе "Обнуление", при этом и счетчик DD3, и триггер DD4.1 устанавливаются в состояние 0, на выходе "Знак числа N" — высокий уровень. При изменении состояния триггера DD4.1 меняется режим работы счетчика DD3.

Предположим, на входы узла поступили импульсные последовательности — три импульса на сложение, затем пять на вычитание и пять на сложение. Стандартный реверсивный счетчик в этом случае изменял бы свое состояние следующим образом:

0→1→2→3→2→1→0→15→14→15→→0→1→2→3.

Описываемый счетчик будет работать иначе:

0→1→2→3→2→1→0→1→2→1→0→→1→2→3,

и при переходе через состояние 0 на выходе "Знак числа" будет происходить соответствующее изменение уровня.

На **рис. 2** показана схема варианта описанного устройства с одновходовым счетчиком DD3. Импульс переноса с выхода P счетчика DD3 блока блокирует узел на время паузы между счетными импульсами и время переключения триггера DD4.1.

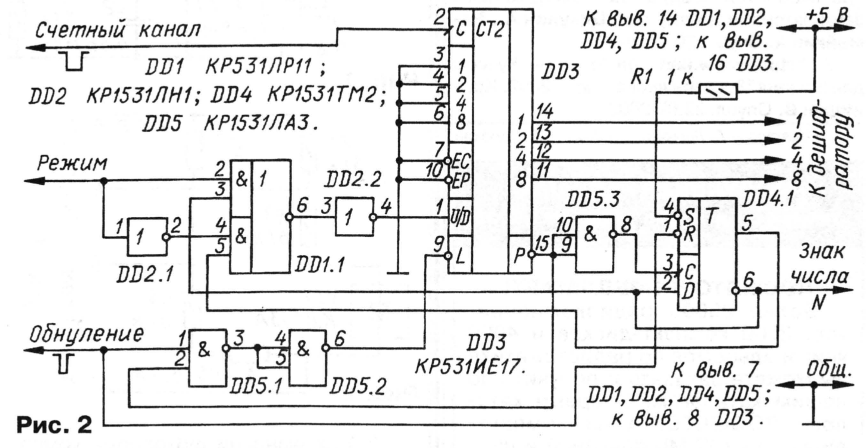


Рис. 2

Описанные счетчики могут найти применение в аппаратуре учета готовой продукции, счета входящих в помещение и выходящих из него и др. Подготовленным радиолюбителям, желающим ознакомиться с теорией построения подобных реверсивных счетчиков импульсов, можно рекомендовать книгу Пухальского Г. И., Новосельцевой Т. Я. "Проектирование дискретных устройств на интегральных схемах". — М.: Радио и связь, 1990.

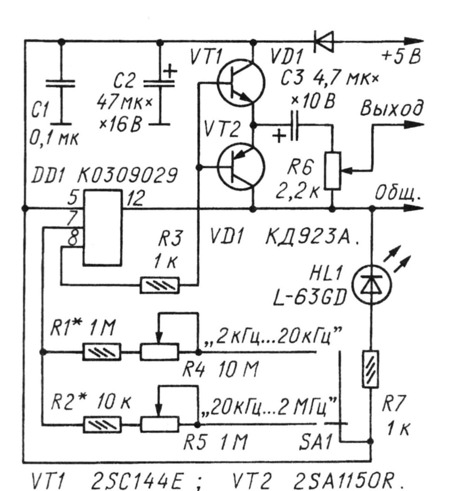
Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Генератор из компьютерной "мыши"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

После приобретения для своего компьютера нового оптического манипулятора ("мыши") я задумал найти полезное применение нескольким еще исправным старым механическим. Для экспериментов использовал манипулятор "Genius"NetSCROLL+"PS/2 модели K300C210-A.

При осмотре печатной платы "мыши" установлено, что по четырехпроводному кабелю напряжение питания 5 В поступает к выводам 5 и 12 контроллера DD1 (см. **схему**). Поскольку на плате отсутствуют позиционные обозначения элементов, здесь и далее нумерация деталей условна. Три ИК излучающих диода, фотодатчики, три токоограничительных резистора, три микропереключателя и четырехконтактный разъем, входящие в состав "мыши", на рисунке не показаны.



После подключения платы к лабораторному блоку питания (от компьютера она должна быть, разумеется, отключена) с помощью осциллографа и частотомера было выявлено, что на свободном выводе 8 контроллера присутствуют импульсы прямоугольной формы скважностью 2 ("меандр"), амплитудой, равной напряжению питания, и частотой 74950 Гц. При уменьшении напряжения питания до 2,5 В — в два раза — частота уменьшилась до 73550 Гц — менее чем на 2 %.

Стало ясно, что после несложной доработки "мышь" можно превратить в довольно стабильный генератор. Так как мощность сигнала на выводе 8 контроллера очень мала, генератор дополнен усилителем мощности на транзисторах VT1, VT2, позволяющим увеличить выходной ток генератора до 0,4 мА, с токоограничительным резистором R3, регулировочным резистором R6, которым можно изменять амплитуду выходного сигнала, и разделительным конденсатором C3.

Для того чтобы можно было изменять частоту выходного сигнала, постоянный резистор сопротивлением 273 кОм, подключенный к выводу 7 контроллера, заменяют цепью R1R4R2R5SA1. Число частотных поддиапазонов можно увеличить, использовав переключатель SA1 на большее число положений и изменив соответственно номиналы резисторов R1, R2, R4, R5. Надо только иметь в виду, что суммарное сопротивление в цепи вывода 7 контроллера в любом положении переключателя SA1 не должно быть менее 4,3 кОм.

Если манипулятор более не предполагается использовать по прямому назначению, излучающие ИК диоды нужно отключить для уменьшения потребляемого тока. Дополнительно введенный диод VD1 защищает генератор от ошибочного подключения к источнику питания в неверной полярности.

Монтаж дополнительных соединений следует выполнять проводом МГТФ-0,07. Транзисторы использованы в плоском миниатюрном корпусе TO-92S размерами 4,3×3,9×2,5 мм. Вместо 2SC144E подойдут любые транзисторы серий 2SC2669, 2SC2710, 2SC2785, 2SC3488, 2SD1020, КТ315, а вместо 2SA1150R — 2SA1174, 2SA1175, 2SB810, КТ361.

Переменный резистор R4 — РП1-46 или СП3-45а. Вместо высокоомных подборочных постоянных резисторов R1, R2 можно использовать любые подстроечные. Конденсатор C3 — импортный. Диод VD1 — КД923А (с барьером Шотки). Если есть возможность регулирования питающего напряжения, можно применить любой кремниевый маломощный диод. При питании генератора от постоянно подключенного источника диод VD1 можно исключить.

В тех случаях, когда индикация включения генератора не нужна, цепь R7HL1 удаляют.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM

А. МАКСИМОВ, п. Некрасовское Ярославской обл.

Предлагаемая вниманию статья познакомит читателей с программой компьютерного моделирования электронных устройств ISIS, входящей в состав системы PROTEUS VSM, созданной фирмой Labcenter Electronics (<http://www.labcenter.co.uk>) на основе разработанного в университете Беркли (Berkeley) программного ядра SPICE3F5. В отличие от многих других эта программа способна моделировать устройства не только на дискретных компонентах, обычных аналоговых и цифровых микросхемах, но и на микроконтроллерах.

Как известно, отладка микроконтроллерных устройств традиционными средствами, с помощью лишь вольтметра и осциллографа, затруднительна. Сравнительно легко удается лишь установить, что в программе есть ошибка. Но практически невозможно найти среди множества одинаково правдоподобных объяснений "неадекватного" поведения микроконтроллера единственное истинное. Поэтому отладку ведут, как правило, методом проб и ошибок, внося в программу более или менее обоснованные изменения.

Симулятор дает возможность "заглянуть внутрь" микроконтроллера, сопоставив форму и характер сигналов на его выводах с ходом исполнения программы и изменениями состояния внутренних регистров. К этим регистрам модели (в отличие от реальной микросхемы) всегда имеется доступ.

Возможность проверять работу микроконтроллеров всех популярных семейств в реальном масштабе времени и во взаимодействии с моделями реальных источников сигнала и нагрузок выгодно отличает ISIS от простейших симуляторов, имеющихся в системах разработки программ и зачастую позволяющих лишь следить за ходом пошагового исполнения программы.

Вторая часть пакета PROTEUS VSM — программа ARES — автоматизирует разработку печатных плат и способна принять в качестве исходных данных принципиальную схему устройства, проверенного и отлаженного с помощью программы ISIS. В предлагаемой статье программа ARES не рассматривается.

Следует предостеречь разработчиков от слепого доверия к результатам компьютерного моделирования и отладки. Они верны лишь в той мере, в которой свойства использованных моделей компонентов совпадают с реальностью. Нередко учтены лишь главные свойства прототипа, например, емкость конденсатора или сопротивление резистора. А существенными для проверяемой конструкции, но неучтенными, зачастую оказываются второстепенные характеристики: нелинейная зависимость того или иного параметра от напряжения и тока, поведение элемента за пределами области допустимых режимов. Поэтому компьютерное моделирование вовсе не отменяет необходимости знания принципов и особенностей работы тех или иных узлов и проверки полученных результатов на реальном устройстве.

Программы пакета PROTEUS VSM неприхотливы к характеристикам компьютера и операционной системы. Как заявлено их создателями, программы работают под управлением Windows 98/Me/2k/XP даже на компьютерах с процессором Pentium I при тактовой частоте 150 МГц. Для комфортной работы и полного использования возможностей программы рекомендованы тактовая частота не менее 500 МГц, оперативная память объемом 64 Мбайт и более, звуковая карта, совместимая с DirectX, монитор с разрешающей способностью не менее 1024×768 пикс. Пакет PROTEUS VSM по умолчанию устанавливают в папку "C:\Program Files\Labcenter Electronics\Proteus 6 Demonstration". Другие пути установки автор не проверял.

Установив пакет, достаточно дважды "щелкнуть" по значку ISIS. Предварительно можно перетащить ярлык этого значка на "Рабочий стол" или в другое удобное место. Пользовательский интерфейс программы ISIS несложен. Работа с ней вполне доступна не только профессионалам, но и новичкам в мире радиоэлектроники, лишь недавно научившимся отличать резистор от транзистора.

В отличие от многих других систем моделирования в "сферу-влияния" ISIS входят не только устройства, собранные из элементарных резисторов, конденсаторов, транзисторов и простейших микросхем. Она с успехом моделирует работу и таких непростых компонентов, как микроконтроллеры.

Имеется огромная библиотека готовых моделей основных электронных компонентов, пополнять которую может сам пользователь. Естественно, для создания полноценного библиотечного компонента нужно хорошо знать и учесть в модели все особенности его физического прототипа. Проявленная небрежность или "приблизительность" отзовется отличающимся в той или иной мере от действительности поведением модели устройства, в которой будет применен этот компонент.

Вполне достаточен имеющийся в ISIS набор виртуальных измерительных приборов, среди которых вольтметр, амперметр, осциллограф, логический анализатор, генераторы всевозможных сигналов. Имеется возможность наблюдать за состоянием внутренних регистров микроконтроллеров разных семейств, корректировать и отлаживать их программы.

Основное окно программы ISIS изображено на **рис. 1**. Самое большое пространство отведено в нем под окно редактирования (Edit Window). Именно здесь происходят все основные операции по созданию, редактированию и отладке модели устройства. Слева вверху — маленькое окно предварительного просмотра (Overview Window). Оно помогает увидеть в окне редактирования нужную часть схемы отлаживаемого устройства, если она не помещается в нем целиком. Достаточно "щелкнуть" по нужной точке уменьшенного изображения схемы в окне предварительного просмотра. Другой способ перемещения окна редактирования по схеме — двигать курсор мыши по окну редактирования, не нажимая на ее кнопки, но удерживая нажатой клавишу SHIFT.

Нажимая на клавиши F6 или F7 или вращая колесо мыши, делают изображение схемы в окне редактирования крупнее или мельче. Нажатием на клавишу F5 центрируют схему в окне, а нажатием на кнопку F8 масштабируют ее таким образом, чтобы она была видна в окне редактирования целиком.

Ниже окна предварительного просмотра находится селектор объектов (Object Selector). На рис. 1 он пуст, однако в процессе работы сюда помещен список используемых в создаваемой модели компонентов, символов и других объектов. В окне предварительного просмотра будет изображен выделенный в списке объект.

Все возможные функции и инструменты ISIS доступны через меню, расположенное в самом верху основного окна программы, через находящиеся под меню и с левой стороны основного окна кнопки с пиктограммами и через "горячие клавиши", которые могут быть переназначены пользователем.

В самой нижней части основного окна расположены кнопки управления положением условного обозначения компонента на экране:

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00

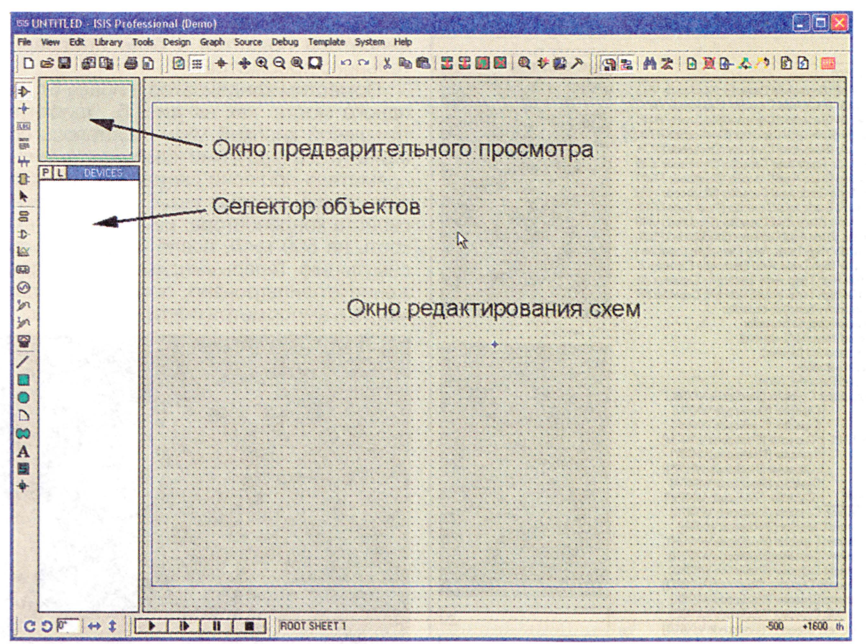


Рис. 1

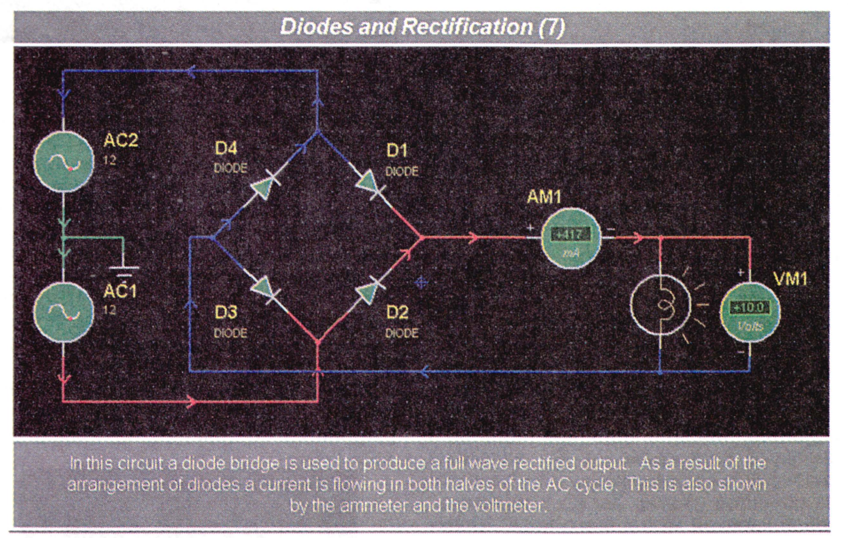


Рис. 2

— повернуть по часовой стрелке;
— повернуть против часовой стрелки;
— отобразить зеркально по горизонтали;
— отобразить зеркально по вертикали.

Edit Component

Component Reference: AC2 Hidden:
Component Value: 12 Hidden:
Amplitude: 6V Hide All
Frequency: 0.2 Hide All
Other Properties:
Attach hierarchy module:
Edit all properties as text:
OK
Cancel

Рис. 3

С их помощью можно, например, расположить условное обозначение резистора горизонтально или вертикально, а выводы транзистора направить в нужную сторону. Находящаяся рядом панель управления симуляцией выглядит как магнитофонная и содержит кнопки:

— "Пуск";
— "Шаг";
— "Пауза";
— "Стоп".

В окно статуса справа от этих кнопок программа выводит подсказки оператору, сообщения об ошибках, прочую полезную информацию и текущие координаты курсора на экране (в дюймах).

Для освоения основных функций программы ISIS откроем один из прилагаемых к ней демонстрационных проектов. Выберем в меню "File" строку "Load Design" ("Загрузить проект"). Найдем и откроем файл SAMPLE/ANIMATION CIRCUIT/Diode07.DSN, после чего окно редактирования примет вид, показанный на **рис. 2**. Эта модель предназначена в основном для использования в качестве "анимированного" учебного плаката, поясняющего работу мостового выпрямителя переменного тока. Частота переменного напряжения, вырабатываемого генераторами AC1 и AC2, преднамеренно выбрана очень низкой (0,2 Гц). Чтобы сделать процессы наглядными, применены специально разработанные модели компонентов (даже соединительных проводов), в числе свойств которых имеется визуализация происходящих процессов. Поэтому, запустив симуляцию нажатием на кнопку "Пуск", увидим, как "ток медленно течет по проводам", движущиеся красные точки на синусоидах демонстрируют текущие значения вырабатываемого генераторами переменного напряжения, а показания вольтметра и миллиамперметра, а также яркость нити накала лампы изменяются в такт с пульсацией выпрямленного напряжения.

Остановив симуляцию нажатием на кнопку "Стоп", попробуем внести изменения в схему и параметры ее компонентов. Главное — не бойтесь что-либо испортить. Любое неправильное или неосторожное действие и даже несколько последних действий можно отменить нажатиями на кнопку ("Undo"). А кнопка ("Redo") позволяет при необходимости повторить отмененные операции. Даже если схема была изменена до неузнаваемости, ее исходный вариант на компьютерном диске останется неизменным, пока новый вариант не будет сохранен на нем явным образом и под тем же именем.

Чтобы манипулировать объектом (компонентом схемы), его нужно выделить. Как и все другие операции редактирования, это можно делать только при остановленной симуляции. Для выделения одного объекта достаточно "щелкнуть" по его изображению правой кнопкой мыши. Выделить группу объектов можно двумя способами. Первый — удерживая нажатой клавишу CTRL, поочередно "щелкать" правой кнопкой по всем объектам группы, второй — удерживая эту кнопку нажатой, "протащить" область выделения по нужным объектам.

Учтите, щелчок правой кнопкой мыши по уже выделенному объекту удалит его из схемы (к этому же приведет нажатие на клавишу "Delete"). Если это случилось непреднамеренно, отмените последнее действие, нажав на кнопку "Undo".

Отдельные выделенные объекты можно перемещать по схеме, "ухватив" левой кнопкой мыши. Операции с группами объектов производят с помощью следующих экранных кнопок:

— копирование;
— перемещение;
— поворот;
— удаление.

Для тренировки попробуем удалить из модели выпрямителя один из генераторов и символ заземления (для правильного функционирования они не нужны).

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00

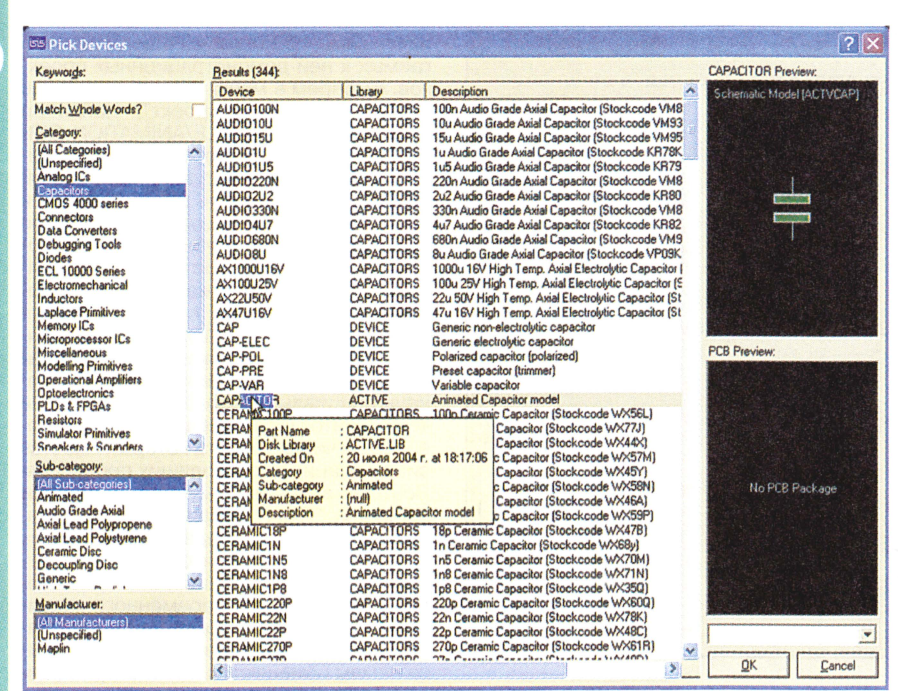


Рис. 4

кой мыши. Условное обозначение конденсатора появится в окне предварительного просмотра.

Поместим конденсатор, справа от диодного моста, как на **рис. 5**, "щелкнув" там левой кнопкой мыши. Осталось соединить его с другими компонентами выпрямителя согласно схеме. Как это сделать, было сказано выше. Открыв окно свойств конденсатора, измените его емкость на 500 мкФ, после чего запустите симуляцию. Теперь выпрямленное напряжение отфильтровано, показания вольтметра и амперметра почти неизменны.

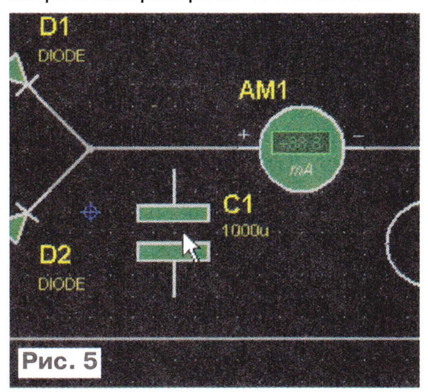


Рис. 5

Затем соединим свободный вывод оставшегося генератора со свободным выводом диодного моста. Для этого поместим курсор на вывод генератора. У курсора появится крестик, показывающий, что соединение возможно. "Щелкнем" левой кнопкой и передвинем курсор в сторону свободного вывода моста. Появится тонкая линия, показывающая будущий проводник, идущий по кратчайшему пути. Когда курсор достигнет вывода моста или другой точки, с которой возможно соединение, вновь появится крестик. "Щелкнем" левой кнопкой еще раз, и временный проводник будет заменен постоянным, проложенным с изгибами только под прямым углом. Если вновь образованная цепь соединяет более двух выводов компонентов, в месте соединения, как и положено, появится точка.

Повысим до привычных 50 Гц частоту генератора. Чтобы открыть окно редактирования его свойств, выделим изображение генератора и "щелкнем" по нему левой кнопкой мыши или, поместив на него курсор и не нажимая на кнопки мыши, нажмем на клавиши Ctrl+E. В обоих случаях будет открыто окно, показанное на **рис. 3**.

Заменим в поле Frequency (частота) число 0,2 (точнее, 0.2 — программа использует десятичную точку вместо запятой) числом 50. При желании можно изменить и амплитуду (Amplitude) вырабатываемого напряжения, позиционное обозначение компонента (Component Reference) и его номинал (Component Value). Правда, "номинал" генератора не имеет никакого физического смысла, в данном случае это всего лишь надпись рядом с условным обозначением генератора на экране.

Завершив редактирование, закройте окно свойств компонента, нажав на кнопку OK, и запустите компьютерную симуляцию происходящих в выпрямителе процессов. Они значительно ускорились. Например, за показаниями миллиамперметра AM1 и вольтметра VM1 уследить невозможно — напряжение и ток пульсируют с частотой 100 Гц. Остановим симуляцию и дополним выпрямитель сглаживающим конденсатором. К сожалению, уже имеющийся в списке селектора объектов компонент CAPACITOR к работе непригоден. По-видимому, его модель, имевшаяся в библиотеке ранних версий программы ISIS, была удалена при одном из обновлений, а откорректировать список забыли. Такого рода дефектов в демонстрационных проектах предостаточно.

Придется подобрать подходящий конденсатор на "складе", в библиотеке компонентов. Чтобы попасть туда, нажмем на кнопку с пиктограммой ⊳, затем на кнопку P в верхнем левом углу селектора объектов (можно дважды "щелкнуть" левой кнопкой мыши в его поле). Будет открыто окно, изображенное на **рис. 4**.

Библиотечные компоненты сгруппированы по категориям (Category) — конденсаторы, резисторы, операционные усилители, микроконтроллеры и пр. Внутри каждой категории выделены подкатегории (Sub-category). Например, конденсаторы могут быть керамическими, оксидными и т. д. Предусмотрена возможность выбора компонентов определенного изготовителя (Manufacturer). Подходящий компонент можно найти и по наименованию (полному или его части), вводя его в окно Keywords.

Выберем, как показано на рис. 4, компонент CAPACITOR из библиотеки ACTIV, дважды "щелкнув" по строке с его названием. Программа спросит, заменить ли новым уже имеющийся в списке одноименный компонент, попутно сообщив, что эти компоненты различаются временем создания. Ответим согласием и покинем библиотеку, закрыв окно.

Выберем в списке селектора объектов компонент CAPACITOR, "щелкнув" по строке с его названием левой кноп-

Итак, мы научились открывать проект, запускать и останавливать симуляцию, удалять компоненты из схемы и добавлять новые, изменять свойства компонентов. Научимся применять компоненты, свойства которых можно изменять в процессе симуляции. Это переменные резисторы, кнопки и другие органы управления. Их модели снабжены видимыми на экране органами управления, "нажимая" на которые, мышью можно перемещать движок переменного резистора, изменять состояние контактов кнопки или положение переключателя.

Откроем файл Basic07.DSN и увидим на экране показанную на **рис. 6** схему устройства, состоящего из гальваничес-

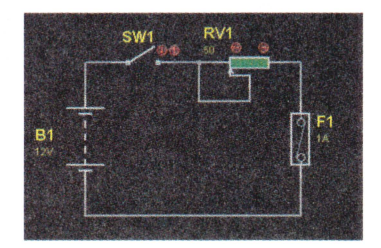


Рис. 6

кой батареи, выключателя, переменного резистора и плавкого предохранителя. Запустив симуляцию, замкнем цепь, "щелкнув" по значку ⊕ рядом с условным обозначением выключателя. Движок переменного резистора можно перемещать в одну или другую сторону "щелчками" по изображенным рядом с ним значкам ⊕ и ⊖. Как только ток в цепи превысит 1 А, "сгорит" плавкая вставка предохранителя. Не беда. После остановки и повторного запуска симуляции она вновь окажется целой.

Редактор — А. Долгий, скриншоты — автора

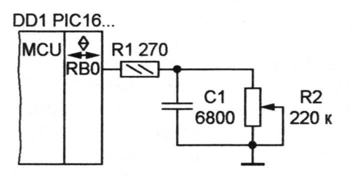
(Продолжение следует)

Аналоговое управление в микроконтроллерном устройстве

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

При конструировании микроконтроллерного устройства нередко возникает необходимость плавно изменять какой-либо параметр, например, частоту вращения двигателя, температуру, поддерживаемую термостабилизатором, порог срабатывания охранного устройства и многое другое. Способов сделать это цифровыми методами известно довольно много. Однако все они довольно сложны как в аппаратном (для ввода цифрового значения требуются кнопки, клавиатура, валкодер и другие подобные средства), так и в программном отношении. Чтобы сохранить установленное значение при выключенном питании, приходится прибегать к его записи в энергонезависимую память.

С точки зрения удобства пользования предпочтительно использовать для регулировки обыкновенный подстроечный или переменный резистор, преобразовав снимаемое с него напряжение в код. Однако усложнять ради этого разрабатываемое устройство, вводя в него АЦП, вряд ли целесообразно. Другое дело, если микроконтроллер (например, PIC12F675) имеет встроенный преобразователь. Тогда, как говорится, нет проблем.



К сожалению, АЦП есть далеко не во всех микроконтроллерах. Но и для них простое решение поставленной задачи существует — достаточно подключить переменный резистор по схеме, показанной на **рисунке**, к одной из двунаправленных линий порта ввода/вывода. В приведенной в **таблице** программе для микроконтроллеров серии PIC16 предполагается, что использован младший разряд порта В (RB0). Номиналы элементов, указанные на схеме, оптимальны при частоте тактового генератора микроконтроллера 4 МГц.

Первый после начала работы программы вызов процедуры ONESHOT — холостой. Он нужен лишь для установки высокого логического уровня на линии RB0. Благодаря этому к следующему вызову той же процедуры конденсатор С1 зарядится почти до напряжения питания.

С началом работы процедуры линия RB0 переключается на ввод и конденсатор С1 разряжается через переменный резистор R2. В цикле, начинающемся меткой TST, программа периодически контролирует логический уровень на входе RB0, одновременно подсчитывая в регистре N число проверок. Как только конденсатор разрядится до такой степени, что будет зафиксирован логический ноль, произойдет переход на метку READY, проверки прекратятся, а подпрограмма завершится переключением линии RB0 в режим выхода и установкой на ней высокого уровня.

```
N        equ     10

         org     0
START
;        ...
;        ...
         call    ONESHOT
;        ...
;        ...
LOOP
;        ...
;        ...
         call    ONESHOT
;        ...
;        ...
         goto    LOOP

ONESHOT  clrf    COUNT
         bsf     STATUS,RP0
         bsf     TRISB,0
         bcf     STATUS,RP0
TST      btfss   PORTB,0
         goto    READY
         incfsz  N,f
         goto    TST
READY    decf    N,f
         bsf     STATUS,RP0
         bcf     TRISB,0
         bcf     STATUS,RP0
         bsf     PORTB,0
         return

         end
```

Накопленное в результате работы процедуры ONESHOT число в регистре N находится в интервале 0...254 и определяется формулой

$$N=\frac{R2C1f_0}{25},$$

где f_0 — частота тактового генератора микроконтроллера. Число в знаменателе дроби может немного отличаться от указанного. Оно зависит от порога переключения использованного вывода конкретного экземпляра микросхемы. Если постоянная времени R2C1 больше допустимой, число N принимает значение 255.

Резистор R1 ограничивает зарядный ток конденсатора С1. Чтобы конденсатор успевал зарядиться полностью, интервал времени между вызовами процедуры ONESHOT должен в три-четыре раза превышать постоянную времени R1C1. Обычно это не вызывает затруднений — достаточно выполнять между вызовами несколько машинных команд.

Если вместо переменного резистора R2 применить термо- или фоторезистор, результат работы процедуры ONESHOT — число N — станет зависимым соответственно от температуры или освещенности чувствительного элемента. Ничто не мешает заменить резистор R2 и преобразователем любой другой физической величины в сопротивление или ток.

Иногда необходимо включить переменный резистор R2 или заменяющий его элемент не так, как показано на рисунке, а между выводом порта микроконтроллера и плюсом источника питания. В этом случае достаточно немного модифицировать процедуру ONESHOT, заменив в ней команду **btfss PORTB,0** на **btfsc PORTB,0**, а **bsf PORTB,0** на **bcf PORTB,0**.

Описанный способ аналогового управления применим и к микроконтроллерам других семейств. А например, в [1] переменный резистор был подключен к выводу порта адаптера параллельного интерфейса КР580ВВ55 для управления "перехватчиком" в одноименной игре для компьютера "Радио-86РК".

Аналогичный способ преобразования "сопротивление—код" применен в адаптере игрового порта компьютера IBM PC [2] для получения информации о положении рукоятки джойстика.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгий А.** Компьютерные игры. Перехватчик. — Радио, 1987, № 2, с. 23, 24.

2. **Кармызов А.** Интерфейсы IBM PC. — Радио, 1996, № 11, с. 24—26.

Редактор — В. Фролов, графика — А. Долгий

Стабилизаторы напряжения отрицательной полярности на микросхеме КР142ЕН19

С. КАНЫГИН, г. Харьков, Украина

Двуполярное питание, предоставляя ряд преимуществ, порождает специфическую проблему: если один из стабилизаторов напряжения по какой-либо причине не запустится, на некоторых элементах питаемого устройства появляется напряжение обратной полярности, которое может вывести их из строя. Чтобы не допустить возникновения подобной ситуации, стабилизаторы напряжения двуполярного источника питания должны иметь быстрый и надежный запуск. Именно такой запуск реализован в предлагаемых стабилизаторах напряжения отрицательной полярности, которые разработаны для применения в паре с аналогичными стабилизаторами напряжения положительной полярности, опубликованными ранее.

Однако предлагаемые стабилизаторы могут быть использованы и в однополярных источниках, ввиду того что они существенно надежнее традиционных, состоящих из микросхемного стабилизатора и умощняющего транзистора, поскольку последний не охвачен имеющейся в микросхеме тепловой защитой и поэтому может выйти из строя в результате перегревания. В предлагаемых стабилизаторах приняты меры, чтобы исключить возможность перегревания транзисторов.

Стабилизатор напряжения с регулирующим транзистором в плюсовом проводе питания, описанный в [1], отличается быстрым и надежным запуском. Чтобы его можно было использовать в источниках двуполярного питания, ему нужна "комплементарная пара" — стабилизатор с аналогичными характеристиками, но с регулирующим транзистором в минусовом проводе питания. Именно такие стабилизаторы предлагаются вниманию читателей в этой статье.

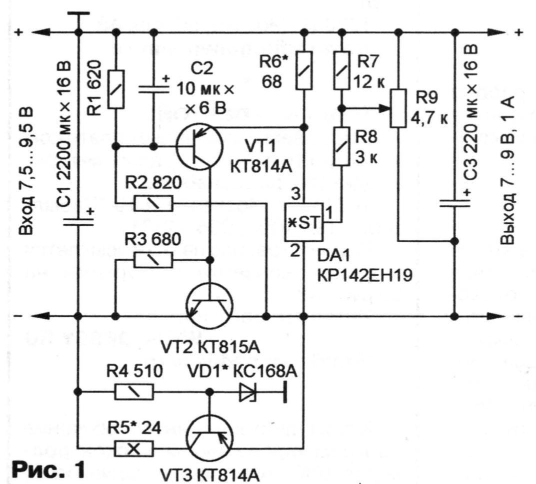


Рис. 1

Первый стабилизатор (**рис. 1**) получен доработкой устройства, описанного в [2]. Стабилизатор содержит микросхему КР142ЕН19, усилитель на транзисторе VT1, регулирующий транзистор VT2, пусковой узел на транзисторе VT3, в цепи ООС включен переменный резистор R9, предназначенный для регулирования выходного напряжения. Коэффициент стабилизации предлагаемого устройства — более 500, минимальное падение напряжения между входом и выходом — 0,4 В, ток короткого замыкания может быть установлен в пределах 0...1 А без существенного нагревания транзисторов.

Основной элемент стабилизатора, определяющий его параметры, — микросхема КР142ЕН19 [3]. Эта микросхема выпускается в пластмассовом транзисторном корпусе с тремя выводами: анодом (3), катодом (2) и управляющим электродом (1). В ее состав входят источник образцового напряжения 2,5 В и усилитель сигнала ошибки. Когда напряжение на управляющем электроде меньше образцового, микросхема потребляет постоянный ток 1,2 мА. Как только напряжение на управляющем электроде превысит образцовое, выходная ступень микросхемы открывается, ток ее анода резко возрастает с крутизной около 2 А/В. Ток анода микросхемы должен быть ограничен внешними элементами на уровне не более 100 мА. Напряжение на открытой микросхеме определяется ее устройством и немного превышает образцовое. На закрытой микросхеме оно не должно превышать 30 В.

Стабилизатор работает следующим образом. Когда выходное напряжение увеличивается, напряжение на движке переменного резистора R9 относительно вывода 2 DA1 также возрастает, поэтому ток через микросхему увеличивается. Ток через транзистор VT1 и регулирующий транзистор VT2 уменьшается, поэтому напряжение на выходе стабилизатора уменьшается, возвращаясь к прежнему значению.

Напряжение на резисторе R1 и сопротивление резистора R6 определяют максимальный ток базы регулирующего транзистора VT2 и, соответственно, ток срабатывания защиты, значение которого увеличивается при уменьшении сопротивления резистора R6. При уменьшении сопротивления нагрузки, когда потребляемый ток становится равным порогу ограничения, выходная ступень микросхемы закрывается, цепь ООС размыкается, вследствие чего устройство выходит из режима стабилизации напряжения.

При дальнейшем уменьшении сопротивления нагрузки ток через нее не возрастет, поэтому начнет уменьшаться выходное напряжение. Это приведет к уменьшению напряжения на резисторе R1, уменьшению тока через транзисторы VT1 и VT2 и дополнительному уменьшению выходного напряжения. Развивается лавинообразный процесс, в результате которого при замыкании выхода транзисторы VT1 и VT2 полностью закрываются. Транзистор VT3 открывается и насыщается током, протекающим через резистор R4, так как напряжение на его эмиттере становится больше напряжения на его базе, которое ограничено стабилитроном VD1. Ток перегрузки определяется сопротивлением резистора R5, поэтому он практически не зависит от температуры. Транзистор VT3 находится в режиме насыщения, поэтому он нагревается очень слабо.

После устранения замыкания или перегрузки пусковой ток создает падение напряжения на резисторе R9. Напряжение на его движке превышает образцовое, микросхема открывается, замыкается цепь ООС, вследствие чего устройство возвращается в режим стабилизации напряжения.

При налаживании стабилизатора перед первым включением желательно, чтобы сопротивление резистора R6 было не меньше 300 Ом, чтобы сохранить микросхему неповрежденной в случае неправильной сборки. Такой стабилизатор может работать в интервале выходного напряжения 5...12 В, но для этого необходимо подобрать напряжение стабилизации VD1 так, чтобы оно было меньше выходного напряжения стабилизатора. В противном случае пусковой транзистор может открыться в рабочем режиме, особенно без нагрузки. Стабилизатор при этом из строя не выйдет, но перестанет выполнять свою функцию. При выходном напряжении менее 7 В рекомендуется стабилитрон КС147А, в пределах 7...9 В — КС168А, более 9 В — КС175Ж. Если допустимо некоторое снижение надежности запуска, можно установить стабилитрон КС147А и регулировать выходное напряжение в пределах 5...12 В, но в этом случае на эмиттере транзистора VT3 появляется значительное обратное напряжение, поэтому нужно применить транзистор другой серии, эмиттерный переход которого выдерживает обратное напряжение 10 В, например, ГТ403Б, ГТ403Г, ГТ403Д, П214Б.

Ток срабатывания защиты устанавливают подбором резистора R6 при максимальном выходном напряжении. При уменьшении выходного напряжения ток срабатывания защиты также уменьшается.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00

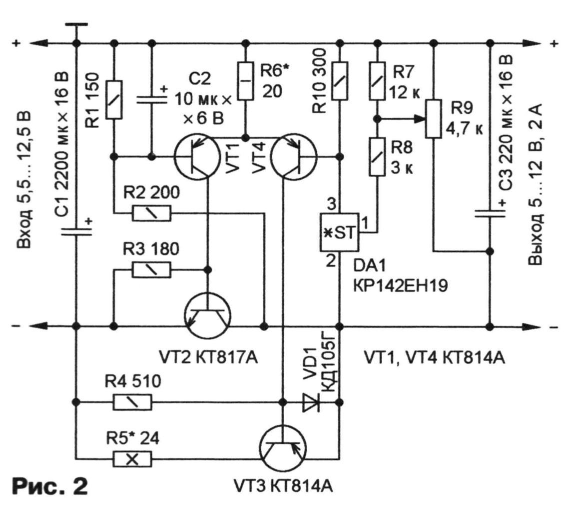


Рис. 2

Второй стабилизатор (**рис. 2**) — несколько усложненный вариант первого. Добавлен транзистор VT4, управляющий усилителем на транзисторе VT1 и пусковым узлом на транзисторе VT3. Сопротивления резисторов R1, R2 и R6 уменьшены, добавлен резистор R10, применен более мощный регулирующий транзистор VT2, стабилитрон VD1 заменен обычным диодом и подключен иначе. В результате усовершенствования максимально допустимый ток нагрузки увеличен вдвое. Кроме того, обеспечено четкое срабатывание пускового узла только при перегрузке стабилизатора независимо от изменения его выходного напряжения в процессе регулирования во всем интервале 5...12 В. Происходит это следующим образом: при перегрузке микросхема, а затем и транзистор VT4 закрываются, пусковой транзистор VT3 открывается током, протекающим через резистор R4. После устранения перегрузки микросхема открывается, транзистор VT4 также открывается, током его коллектора открывается диод VD1, при этом меняется полярность напряжения на эмиттерном переходе пускового транзистора VT3, вследствие чего он закрывается.

Следует отметить, что введение дополнительного транзистора VT4 увеличивает время прохождения сигнала по цепи ООС, в результате чего может возникнуть самовозбуждение. Оно также может возникнуть в случае применения транзисторов с меньшей граничной частотой. Если это произойдет, его необходимо подавить подключением конденсатора емкостью несколько сотен пикофарад между выводами 1 и 3 микросхемы DA1. Также можно увеличить емкость конденсаторов C1 и C3, причем вместо одиночных конденсаторов лучше использовать батареи из нескольких параллельно соединенных конденсаторов, чтобы уменьшить активное сопротивление их выводов и обкладок. Предпочтительнее применять конденсаторы с малым эквивалентным последовательным сопротивлением, например, К50-12 или аналогичные.

Монтаж стабилизаторов может быть произвольным, даже навесным или с использованием макетных плат, однако соединения должны быть выполнены как можно более короткими проводниками. Провода, по которым течет ток нагрузки, должны иметь сечение не менее 1 мм^2.

Напряжение на входе стабилизаторов с учетом пульсаций должно быть, по крайней мере, на 0,5 В больше максимального выходного и не превышать 15 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Каныгин С.** Стабилизатор напряжения с защитой по току на микросхеме КР142ЕН19. — Радио, 2004, № 3, с. 36.
2. **Каныгин С.** Низковольтные стабилизаторы напряжения на микросхеме КР142ЕН19. — Радио, 2002, № 10, с. 36.
3. **Янушенко Е.** Микросхема КР142ЕН19. — Радио, 1994, № 4, с. 45, 46.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Расчет импульсного трансформатора двухтактного преобразователя

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Автор предлагаемой статьи уточняет и дополняет известную методику расчета трансформатора [1], предостерегает от типичных ошибок.

В методике расчета, описанной в [1], для определения минимального числа витков первичной обмотки W_1 и габаритной $P_{габ}$ (максимально допустимой) мощности трансформатора двухтактного преобразователя использованы формулы:

$$W_1=0{,}25\cdot10^4U_1/(f\cdot B_{max}\cdot S_C); \quad (1)$$

$$P_{габ}=S_c\cdot S_o\cdot f\cdot B_{max}/150, \quad (2)$$

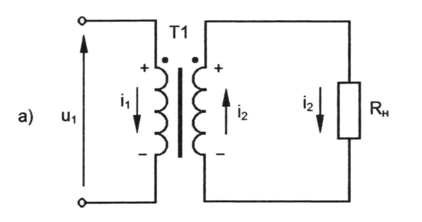
где U_1 — напряжение на первичной обмотке трансформатора, В; f — частота преобразования, Гц; B_{max} — максимальная магнитная индукция в магнитопроводе, Тл; S_c и S_o — площадь сечения и площадь окна, см^2.

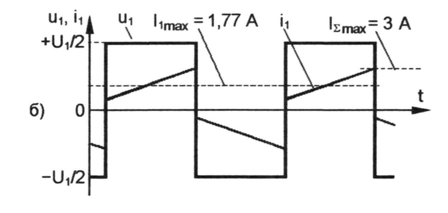
Эти формулы позволяют выполнить приближенный расчет трансформатора. Но формальное следование приведенному в [1] примеру расчета и игнорирование возникающих погрешностей может дать ошибочный результат, следствием которого может быть выход из строя трансформатора и коммутирующих транзисторов.

Рассмотрим, например, кольцевой магнитопровод К40×25×11 из феррита 2000НМ1. Рекомендуемое в [1] максимальное значение магнитной индукции должно быть равно индукции насыщения: $B_{max}=B_{нас}=0{,}38$ Тл [2, 3]. Вероятно, в [1] сделан вывод, что под нагрузкой выпрямленное сетевое напряжение 310 В снизится до 285 В. Поэтому для полумостового преобразователя напряжение на первичной обмотке трансформатора (за вычетом напряжения насыщения на коммутирующем транзисторе, которое принято равным 1,6 В): $U_1=285/2-1{,}6\approx141$ В. Из расчета по формуле (1) получаем $W_1=11{,}24\approx12$ витков первичной обмотки.

Допустим, необходимо получить в нагрузке постоянный ток $I_н=4$ А при напряжении $U_н=50$ В, что соответствует полезной мощности $P_н=200$ Вт. При КПД $\eta=0{,}8$ используемая мощность равна $P_{исп}=P_н/\eta=200/0{,}8=250$ Вт. Габаритная мощность выбранного трансформатора, вычисленная по формуле (2), более чем в четыре раза превышает требуемую, поэтому он должен функционировать без проблем. В соответствии с [1] максимальный ток в первичной обмотке равен $I_{1max}=P_{исп}/U_1=1{,}77$ А. Выберем коммутирующие транзисторы с запасом по току 50 %, тогда максимально допустимый ток коллектора (стока) $I_{к\ доп}=1{,}77\times1{,}5\approx2{,}7$ А. Для первичной обмотки трансформатора потребуется провод диаметром 0,8 мм. Вторичная обмотка должна содержать пять витков провода диаметром 1,2 мм. На этом расчет трансформатора по методике [1] завершен. Но будет ли нормально работать преобразователь с этим трансформатором?

Рассмотрим процесс передачи энергии в нагрузку с помощью импульсного трансформатора, схема включения которого показана на **рис. 1**,а. Показаны направления токов в первичной i_1 и вторичной i_2 обмотках трансформатора и полярность напряжения в рассматриваемый полупериод входного





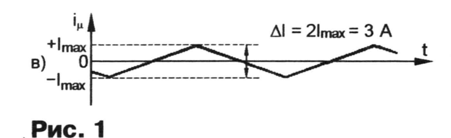


Рис. 1

импульсного напряжения u_1, прямоугольная форма которого изображена на рис. 1,б.

Заметим, что форма тока в первичной обмотке не прямоугольная. Этот ток — сумма полезной прямоугольной составляющей с амплитудой I_{1max}=1,77 А и треугольной составляющей тока намагничивания. Последнюю составляющую можно оценить по формуле

$$i_\mu=U_1\cdot t/L. \qquad (3)$$

Размах тока намагничивания определяется длительностью полупериода Δt:

$$\Delta I=2I_{max}=\Delta t\cdot U_1/L=U_1/(2f\cdot L). \qquad (4)$$

На рис. 1,в показано, как в течение одного полупериода ток намагничивания i_μ возрастает от значения $-I_{max}$ до $+I_{max}$, а другого — убывает в том же интервале. Даже при отсутствии насыщения магнитопровода только за счет возрастания тока намагничивания суммарный ток $I_{\Sigma max}$, показанный на рис. 1,б, может увеличиться до опасных для транзисторов значений.

Рассмотрим влияние гистерезиса. Намагничивание и перемагничивание магнитопровода происходит в соответствии с кривыми, показанными на **рис. 2**. По оси абсцисс — напряженность магнитного поля H, создаваемого первичной обмоткой трансформатора, по оси ординат — магнитная индукция B в магнитопроводе. На рис. 2 показаны предельная петля гистерезиса и частная (внутренняя) петля гистерезиса, соответствующая рис. 1,б и 1,в.

Кривая на рис. 2, исходящая из точки пересечения координатных осей, соответствует начальному участку кривой намагничивания и характеризует работу трансформатора в слабых магнитных полях. Поскольку, как указывалось, напряженность магнитного поля H, создаваемого первичной обмоткой трансформатора, пропорциональна току намагничивания i_μ, вполне правомерно совместить на одном рисунке его диаграмму с изменением магнитной индукции B в магнитопроводе.

Если в любой точке петли гистерезиса провести касательную (на рисунке — это касательная AC в точке A), то ее наклон будет определять изменение магнитной индукции ΔB по отношению к изменению напряженности магнитного поля ΔH в выбранной точке, т. е. $\Delta B/\Delta H$. Это — динамическая магнитная проницаемость. В точке пересечения координатных осей она равна начальной магнитной проницаемости. Для феррита 2000НМ1 она номинально составляет 2000, но ее реальное значение может находиться в весьма широких пределах: 1700...2500 [2].

Для показанного на рисунке примера, в котором перемагничивание магнитопровода происходит по частной петле гистерезиса с вершиной в точке D, изменение тока намагничивания $i_{\mu 1}$, определяемого формулой (3), будет происходить почти по линейному закону. Если частота преобразования f не превышает 50 кГц, потери энергии на нагрев магнитопровода из-за его перемагничивания пренебрежимо малы.

Что же касается режима с заходом значения магнитной индукции в область насыщения материала магнитопровода ($B_{max}=B_{нас}$), выбранного в [1], картина будет совершенно иной. В этом случае основной кривой намагничивания соответствует форма тока $i_{\mu 2}$, весьма далекая от линейной. Касательная в точке E с координатами ($H_{нас}$, $B_{нас}$) почти горизонтальна, что эквивалентно существенному уменьшению индуктивности первичной обмотки, и поэтому в соответствии с формулой (3) ток намагничивания резко возрастает, что иллюстрирует график $i_{\mu 2}$. Если коммутирующий транзистор выбран без достаточного запаса по току, он будет неизбежно поврежден. Чтобы исключить насыщение

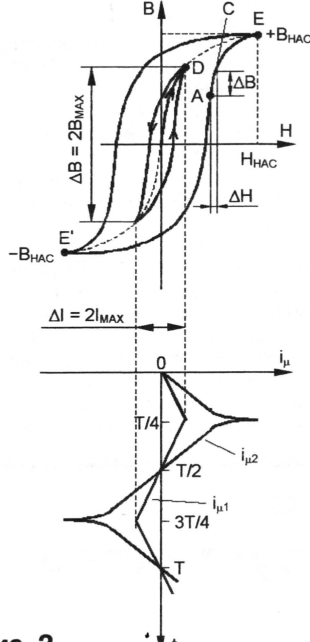


Рис. 2

магнитопровода, необходимо выполнить условие: при максимально возможном напряжении питания максимальная магнитная индукция должна соответствовать неравенству $B_{max}\le(0{,}5...0{,}75)B_{нас}$. Часто при проектировании двухтактного преобразователя пользуются еще и другим критерием — относительным значением тока намагничивания. Параметры первичной обмотки выбирают так, чтобы размах тока намагничивания ΔI соответствовал не более 5...10 % амплитуды прямоугольной составляющей тока в первичной обмотке I_{1max}, тогда суммарный ток можно приближенно считать прямоугольным.

Индуктивность первичной обмотки трансформатора, содержащей в нашем примере 12 витков, равна 0,3 мГн. Амплитуда тока намагничивания, вычисленная по формуле (4), — 1,18 А. Если теперь для полезной нагрузки 200 Вт сравнить полученное максимальное значение суммарного тока коммутации $I_{\Sigma max} = I_{1max} + I_{max}$ = 1,77+1,18 = 2,95 ≈ 3 А (рис. 1,б) с максимально допустимым током коммутирующего транзистора 2,7 А, становится совершенно очевидным факт неправильного выбора транзистора и несоответствия вычисленного диаметра проводника первичной обмотки требуемому значению. Это несоответствие еще более усугубится в случае вполне возможного повышения входного напряжения на 20 %. Поскольку при номинальном напряжении питания выбран режим с заходом значения магнитной индукции в область насыщения материала магнитопровода ($B_{max}=B_{нас}$), в случае повышения сетевого напряжения максимальное значение тока в первичной обмотке трансформатора $I_{\Sigma max}$ значительно превысит даже его уточненное значение 3 А.

Произвольно выбранная в примере расчета частота преобразования 100 кГц, как показывает эксперимент, является предельно возможной для феррита 2000НМ1, при этом необходимо учитывать потери энергии на разогрев трансформатора. Даже если их не учитывать, число витков первичной обмотки должно быть существенно больше. В случае увеличения напряжения сети на 20 % амплитуда напряжения на первичной обмотке достигнет 180 В. Если допустить, что при этом напряжении максимальная магнитная индукция в магнитопроводе не превысит $B_{max}=0{,}75B_{нас}$=0,285 Тл, то число витков первичной обмотки, вычисленное по формуле (1), должно быть равно 20, но никак не 12.

Таким образом, недостаточно обоснованный выбор исходных значений в формуле (1) может привести к неточному или даже ошибочному расчету импульсного трансформатора. Чтобы не возникло сомнений в правомерности применения формулы (1), обоснуем ее аналитически.

Максимальная магнитная индукция B_{max} (Тл) в замкнутом магнитопроводе может быть вычислена по известной формуле

$$B_{max}=\mu_0\cdot\mu_{EFF}\cdot I_{max}\cdot W_1/\ell_{EFF}, \qquad (5)$$

где $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м — абсолютная магнитная проницаемость вакуума; μ_{EFF} — эффективная магнитная проницаемость материала магнитопровода; I_{max} — амплитуда тока намагничивания, А; W_1 — число витков первичной обмотки; ℓ_{EFF} — эффективная длина магнитной силовой линии в магнитопроводе, м.

Подставим в (5) I_{max} из (4), применяя известную формулу для индуктивности тороидальной обмотки

$$L=\mu_0\cdot\mu_{EFF}\cdot W^2\cdot S_{EFF}/\ell_{EFF}$$

и переходя от метров к сантиметрам, получим формулу для расчета числа витков

$$W_1=2500U_1/(f\cdot S_{EFF}\cdot B_{max}). \qquad (6)$$

Как видим, формула (6) отличается от (1) лишь тем, что в нее входит эффективная площадь сечения магнитопровода, а не геометрическая. Подробная методика расчета эффективных параметров различных типов магнитопроводов приведена в [3]. При практическом использовании этой формулы значение W_1 следует округлить вверх до ближайшего целого числа N_1.

Обратим внимание на особенности применения использованных в [1] соотношений при проектировании трансформаторов для различных двухтактных преобразователей.

Автогенераторные преобразователи с одним трансформатором, подобные описанному в [4], работают с заходом в область насыщения материала магнитопровода (точки E и E′ на рис. 2). Формулы (1) и (2) используют при $B_{max}= B_{нас}$.

Несколько иначе применяют указанные формулы в случае проектирования автогенераторных преобразователей с двумя трансформаторами, таких как описанный в [5]. В нем обмотка связи на мощном трансформаторе соединена с маломощным трансформатором в цепи управления базами коммутирующих транзисторов. Импульсное напряжение, наводимое в обмотке связи, создает насыщение в маломощном трансформаторе, который и задает частоту преобразования в соответствии с формулой (1). Эту частоту подбирают такой, чтобы избежать насыщения в мощном трансформаторе, типоразмер которого определяют согласно формуле (2). В подобных блоках питания сигналы управления, формируемые насыщающимся маломощным трансформатором, сводят до минимума сквозной ток в коммутирующих транзисторах.

Наряду с автогенераторами, большой популярностью у радиолюбителей пользуются двухтактные преобразователи с внешним возбуждением. Чтобы исключить сквозной ток коммутации, генераторы сигналов внешнего возбуждения формируют защитный временной интервал между выключением открытого и включением закрытого коммутирующих транзисторов. После выбора частоты преобразования и максимального значения магнитной индукции в магнитопроводе обычно вначале на основании (2) определяют требуемый магнитопровод трансформатора, а затем с помощью формулы (1) рассчитывают число витков первичной обмотки трансформатора.

Для ориентировочных расчетов и предварительного выбора требуемого типоразмера магнитопровода из феррита 2000НМ1 служит **таблица**, в которой для нескольких значений частоты преобразования f представлены результаты расчетов минимального числа витков N_1 первичной обмотки по формуле (6), амплитудного значения тока намагничивания I_{max} по формуле (4) и максимально возможной полезной мощности P_{max}. При вычислении последней вначале была вычислена габаритная мощность по формуле (2) с использованием эффективной площади сечения магнитопровода вместо геометрической, затем она была умножена на значение КПД, равное 0,8. Сумма

$$I_{\Sigma max} = I_{1max} + I_{max}$$

дает основание для выбора коммутирующего транзистора по максимально допустимому току коллектора (стока). Это же значение тока можно использовать и для определения диаметра провода первичной обмотки трансформатора в соответствии с приведенной в [1] формулой

$$d_1 = 0{,}6\sqrt{I_{\Sigma max}}.$$

Расчеты выполнены при условии, что максимальная магнитная индукция B_{max} не превысит 0,25 Тл, даже если напряжение сети будет выше номинального на 20 %, вследствие чего напряжение на первичной обмотке трансформатора двухтактного полумостового инвертора может достигать 180 В (с учетом падения напряжения на токоограничивающем резисторе и выпрямительных диодах). Магнитопровод следует подбирать с запасом 20...40 % по максимальной выходной мощности, указанной в таблице.

Хотя таблица составлена для полумостового преобразователя, ее данные можно легко модифицировать и для мостового. В этом случае напряжение на первичной обмотке трансформатора будет в два раза больше, а амплитуда прямоугольной составляющей тока первичной обмотки — в два раза меньше. Число витков должно быть вдвое больше. Индуктивность обмотки возрастет в четыре раза, а ток I_{max} уменьшится вдвое. Можно использовать магнитопровод из двух сложенных вместе ферритовых колец одного типоразмера, что приведет к двукратному увеличению площади сечения магнитопровода S_c и коэффициента индуктивности A_L. Согласно формуле (2) габаритная и полезная отдаваемая мощность также возрастут вдвое. Минимальное число витков первичной обмотки, вычисленное по формуле (6), останется неизменным. Ее индуктивность возрастет вдвое, а ток намагничивания I_{max}, определенный по формуле (4), останется прежним.

В блоках питания с выводом от средней точки первичной обмотки трансформатора к половине этой обмотки прикладывается полное напряжение сети, поэтому число витков обмотки должно быть в два раза больше по сравнению с мостовым преобразователем при прочих равных условиях.

Подчеркнем, что из-за значительного разброса реальных значений параметров ферромагнитных материалов по сравнению с их справочными данными таблицу можно использовать только для предварительного выбора магнитопровода, а затем, после экспериментального измерения его характеристик, требуется провести уточненный расчет трансформатора. Например, для магнитопровода К40×25×11 в таблице приведено значение коэффициента индуктивности A_L=2,08 мкГн на виток. Экспериментально уточним магнитные свойства конкретного экземпляра магнитопровода: для пробной обмотки из $N_{проб}$ = 42 витков измеренная индуктивность равна $L_{проб}$ = 3,41 мГн, а коэффициент индуктивности

$$A_L = L_{проб}/N^2_{проб} = 1{,}93 \text{ мкГн}.$$

Но отличия могут быть и более значительными, поэтому приведенное в таблице значение коэффициента индуктивности следует все же рассматривать как ориентировочное. В нашем случае нужно либо увеличить число витков, чтобы индуктивность обмотки была не меньше рассчитанной по табличным данным, либо при выборе транзисторов учесть, что ток I_{max} будет больше табличного в 2,08/1,93 ≈1,1 раза.

На этапе изготовления, скорее всего, окажется, что рекомендованное минимальное число витков первичной обмотки будет лишь частично заполнять первый слой трансформатора. Чтобы магнитное поле, создаваемое такой обмоткой в магнитопроводе, было однородным, ее витки располагают либо "вразрядку", либо заполняют ими слой целиком, а затем, с учетом нового числа витков, проводят окончательный расчет трансформатора.

Типоразмер	S_O, см²	S_{EFF}, см²	ℓ_{EFF}, см	A_L, мкГн	Частота преобразования, кГц								
					30			40			50		
					P_{max}, Вт	N_1, вит.	I_{max}, А	P_{max}, Вт	N_1, вит.	I_{max}, А	P_{max}, Вт	N_1, вит.	I_{max}, А
К28×16×9	2,01	0,526	6,56	2	42	115	0,06	56	86	0,08	70	69	0,09
К31×18,5×7	2,69	0,428	7,44	1,44	46	141	0,05	61	106	0,07	77	85	0,09
К32×16×8	2,01	0,615	6,97	2,2	49	98	0,07	66	74	0,09	82	59	0,12
К32×16×12	2,01	0,923	6,97	3,32	74	66	0,1	99	49	0,14	124	40	0,17
К32×20×6	3,14	0,353	7,88	1,12	44	170	0,05	59	128	0,06	74	102	0,08
К32×20×9	3,14	0,53	7,88	1,68	67	114	0,07	89	85	0,09	111	68	0,12
К38×24×7	4,52	0,482	9,4	1,28	87	125	0,08	116	94	0,1	145	75	0,13
К40×25×7,5	4,91	0,552	9,84	1,4	108	109	0,09	145	82	0,12	181	66	0,15
К40×25×11	4,91	0,811	9,84	2,08	159	74	0,13	212	56	0,17	265	45	0,21
К45×28×8	6,16	0,667	11	1,52	164	90	0,12	219	68	0,16	274	54	0,2
К45×28×12	6,16	0,978	11	2,24	241	62	0,17	321	47	0,23	402	37	0,29

Завершим расчет трансформатора, выбранного в качестве примера. Из таблицы следует, что на частоте 50 кГц максимальная полезная мощность составит 265 Вт, минимальное число витков первичной обмотки N_1 равно 45. Ориентировочно максимальное значение коммутируемого тока: 1,77+0,21=1,98 А.

Определим диаметр провода первичной обмотки трансформатора.

Как указывалось, $d_1=0{,}6\sqrt{1{,}98}=0{,}84$ мм, ближайший по диаметру из производимой промышленностью номенклатуры [6] выберем d_1=0,83 мм, а с учетом изоляции d_1=0,89 мм. Если учесть электрическую изоляцию магнитопровода несколькими слоями лакоткани общей толщиной 0,25 мм, внутренний диаметр магнитопровода уменьшится до 25–0,5=24,5 мм. При этом длина внутренней окружности составит π·24,5≈80 мм. С учетом коэффициента заполнения 0,8 для намотки первого слоя обмотки доступно 64 мм, что соответствует 64/0,89 = 71 витку. Таким образом, для 45 витков достаточно места. Наматываем их "вразрядку".

(Окончание см. на с. 44)

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-89-00

Таймер для капельной поливки

И. КОРОТКОВ, пос. Буча Киевской обл., Украина

Этот таймер можно использовать не только для управления водяным насосом в теплице, но везде, где требуется выдерживать два интервала времени в циклическом режиме. По окончании первого интервала автоматически выдерживается второй, затем вновь первый и так далее, вплоть до ручной остановки. Длительность каждого из двух интервалов в минутах устанавливают независимо.

Описываемый ниже таймер разработан для управления водяным насосом в системе капельной поливки растений. Зачастую такой способ используют при выращивании цветов в теплицах. Система поливки состоит из труб со специальными ниппельными головками, подведенными непосредственно к корням растений, рассаженных в специальных коробах, заполненных вместо обычной почвы компостом из торфа или кокосовой стружки. Если поливать растения в таких условиях обычным образом, вода быстро стекает, так как компост не способен удерживать влагу. В результате корни не успевают получить достаточное количество жидкости.

Капельная поливка позволяет выращивать растения более эффективно и получать более крупные бутоны цветов. При определенном давлении, создаваемом насосом, ниппельная головка подает воду каплями прямо в основание растения. Насос должен проработать определенное время, после перерыва заданной длительности должен быть включен на то же время еще раз и так далее.

Оптимальные продолжительности поливки и паузы зависят от вида выращиваемых растений и состава компоста. Их определяют, как правило, экспериментально. В среднем на поливку отводят 3...10 мин с паузой 30...60 мин. Управлять насосом вручную, длительное время выдерживая такие интервалы, практически невозможно, поэтому и был разработан таймер, схема которого представлена на **рис. 1**. При включении питания импульс, сформированный цепью R8C1, устанавливает триггер на элементах DD1.2, DD1.3 в состояние, при котором на выходе DD1.3 будет лог. 0, а на выходе DD1.2 — лог. 1. При этом триггер на элементах DD4.1, DD4.2 уровнем лог. 0, поступающим через диод VD2, будет установлен в состояние, в котором лог. 1 с одного его выхода откроет элемент DD4.3 для прохождения импульсов тактового генератора, собранного на микросхеме DD3. Лог. 0 с другого выхода заблокирует элемент DD4.4.

В этом состоянии уровень лог. 1 с выхода элемента DD1.2 запрещает работу счетчиков микросхемы DD3 и, поступая через диоды VD5 и VD7 на счетчики DD5—DD8, переводит их в режим предустановки. Индикаторы HG1, HG2, подключенные через преобразователи кода DD9—DD12 к выходам счетчиков, отображают состояние последних, соответствующее в рассматриваемом случае положению декадных переключателей SA1—SA4. Обмотка реле K1 обесточена, так как на выходе элемента DD1.1 лог. 0 (благодаря лог. 1 на его входе 13). Светодиоды HL1 и HL2 выключены.

С помощью переключателей SA1 и SA2 задают в минутах длительность интервала, в течение которого контакты реле K1 будут замкнуты и водяной насос включен. С помощью переключателей SA3, SA4 — длительность паузы.

Запускают в работу таймер нажатием на кнопку SB1. Триггер на элементах DD1.2, DD1.3 изменяет состояние на противоположное, разрешая работу счетчиков микросхемы DD3. О том, что они работают, свидетельствует мигание с частотой 1 Гц светодиода HL1. Так как на всех входах элемента DD1.1 теперь установлен лог. 0, на его выходе — лог. 1. Транзистор VT1 открыт, реле срабатывает, включая насос. Включен и светодиод HL2.

Через открытый элемент DD4.3 на счетчик DD5DD6 поступают минутные импульсы с вывода 10 микросхемы DD3. Каждый из них уменьшает содержимое счетчика на единицу. Когда оно станет нулевым, лог. 0 с выхода переноса (выв. 7 микросхемы DD6) переключит триггер на элементах DD4.1, DD4.2 в противоположное состояние. В результате элемент DD4.4 будет открыт, а DD4.3 — закрыт и счет времени продолжит счетчик DD7DD8.

На выводы 11 и 12 элемента DD1.1 поступит уровень лог. 1, и реле K1 разомкнет цепь питания насоса. Светодиод HL2 погаснет, сигнализируя о паузе в работе насоса. Уровень лог. 1 будет подан через диод VD6 и на входы разрешения предустановки микросхем DD5 и DD6. В счетчик вновь будет записано число, соответствующее положению переключателей SA1, SA2.

Когда содержимое счетчика DD7DD8 в свою очередь уменьшится до нуля, импульсом, поступившим через диод VD1 с вывода 7 микросхемы DD8, триггер DD4.1, DD4.2 будет возвращен в прежнее состояние. Насос и светодиод HL2 будут включены, счетчик DD5DD6 начнет отсчет времени работы насоса, а DD7DD8 перейдет в состояние, заданное переключателями SA3, SA4. Таким образом, выдержка установленных интервалов будет повторяться циклически, пока таймер не остановят нажатием на кнопку SB2.

Конденсаторы C3, C4, C6 служат для подавления помех и исключения случайных срабатываний триггеров.

Положение переключателей SA1—SA4 можно изменять и во время работы таймера. При этом состояние остановленного в данный момент счетчика изменяется немедленно. Интервал, отсчет которого не закончен, будет выдержан до конца независимо от манипуляций с переключателями, и лишь после этого новое значение будет принято.

Отсчет интервалов можно вести не в минутах, а в секундах. Для этого нужно, отключив выводы 1 и 13 микросхемы DD4 от вывода 10 микросхемы DD3, соединить их с ее выводом 4, т. е. подать на входы счетчиков DD5—DD8 секундные импульсы вместо минутных. Максимальная длительность каждого интервала составит 99 с. Допустимо подать, например, на счетчик DD5DD6 секундные, а на DD7DD8 — минутные импульсы. В результате можно будет задать продолжительность работы насоса от 1 до 99 с, а продолжительность паузы между его включениями — от 1 до 99 мин.

Устройство собирают на двусторонней печатной плате (**рис. 2**). На ней расположены все элементы, кроме кнопок, переключателей, реле и диода VD3, припаянного непосредственно к выводам обмотки реле.

Некоторые резисторы и конденсаторы — для поверхностного монтажа (типоразмера 1206). Они припаяны к контактным площадкам на стороне платы, противоположной той, где установлены микросхемы, индикаторы, резисторы и конденсаторы обычной конструкции.

Конденсаторы C8 (любой малогабаритный) и C9 (оксидный K50-35 или импортный) припаяны к установленным на плате шинам "+" и "−". Унифицированные шины можно заменить отрезками провода, проложенными между соответствующими контактными площадками.

Пронумерованные контактные площадки вблизи микросхем DD5—DD9 предназначены для подключения декадных переключателей ПП10 или им подобных. Номера площадок совпадают с номерами проводов жгута на схеме (см. рис. 1). Общие выводы переключателей подключают к цепи +9 В.

Транзистор KT972A заменяют на KT972Б или 2SD1111. В крайнем случае вместо него устанавливают два транзистора (серий KT315 и KT815), соединенных по схеме составного.

Импортные сдвоенные семисегментные индикаторы зеленого цвета свечения BD-A542RD можно заменить другими светодиодными с общим анодом, сдвоенными, счетверенными или даже одиночными. Однако при замене может потребоваться корректировка печатной платы. Подойдут даже светодиодные индикаторы с общим катодом, если соединить выводы 6 преобразователей кода DD9—DD12 и не подключенные к индикаторам выводы резисторов R29—R32 не с цепью +9 В, а с общим проводом. Светодиод HL1 желательно выбирать того же цвета

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
E-mail: mail@radio.ru тел. 208-28-38
РАДИО № 4, 2005

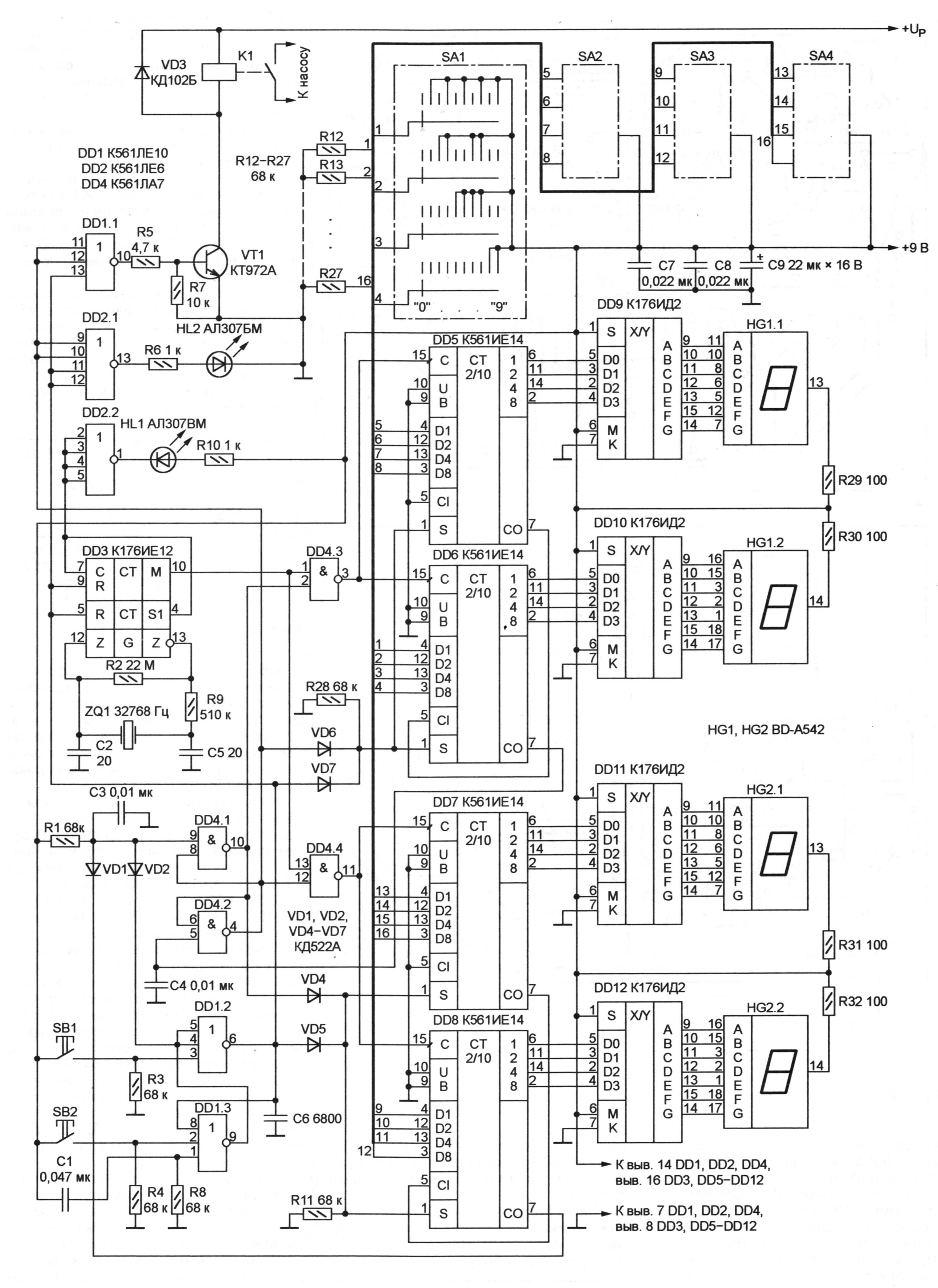


Рис. 1

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-28-38

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-28-38

Рис. 2

свечения, что и цифровые индикаторы, а HL2 может быть любого цвета, отличного от HL1.

Реле K1 — любое с рабочим напряжением 12...24 В и с контактами, способными выдержать ток и напряжение питания насоса. Напряжение $+U_р$ (см. рис. 1) выбирают требуемым для надежной работы реле. Из этого же напряжения с помощью интегрального стабилизатора КР142ЕН8А или LM7809 можно получить 9 В, нужные для питания остальных узлов таймера.

После проверки правильности монтажа таймер устанавливают на предназначенное ему место в теплице и включают в работу.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Этот инфракрасный сторож я использовал для охраны лоджии от нежелательного проникновения извне. Он надежно работает уже несколько лет при температуре окружающей среды от –25 до +30 °С в круглосуточном режиме. Устройство очень простое по схеме и в налаживании, поэтому изготовить его под силу даже малоопытному радиолюбителю.

Сторож состоит из двух функциональных частей — излучателя ИК сигнала и приемника. Наибольшее удаление приемника от излучателя (длина охранного шлейфа) — 9 м.Общий потребляемый ток в дежурном режиме не превышает 30 мА.

Принципиальная схема излучателя показана на **рис. 1**. Транзисторы VT1, VT2 образуют несимметричный мультивибратор. Конденсатор C1 определяет длительность импульсов мультивибратора. Частота генерации зависит от номиналов цепи R1C1. При указанных на схеме номиналах она близка к 10 кГц.

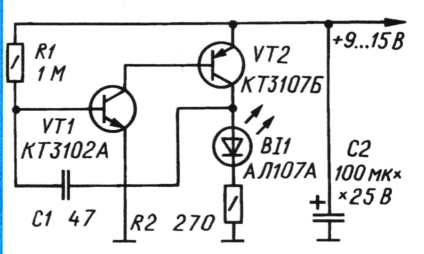


Рис. 1

Оба транзистора открываются и закрываются одновременно. Когда транзистор VT2 открыт, через излучающий диод BI1 протекает импульс тока, вследствие чего диод вырабатывает импульс ИК излучения. Ток через диод ограничен резистором R2 и в импульсе равен 18...20 мА.

Излучающий диод АЛ107А можно заменить на АЛ107Б (или на АЛ115А, но в этом случае резистор R2 нужно будет заменить на другой, сопротивлением 560 Ом). Вместо КТ3102А подойдут КТ3102Б—КТ3102Е, КТ315А, КТ315Б, КТ375А, КТ375Б, а вместо КТ3107Б—КТ3107А, КТ361А—КТ361Г. В налаживании излучатель не нуждается.

Приемник (см. схему на **рис. 2**) собран на микросхеме DA1 — таймере КР1006ВИ1. Фотоприемником ИК импульсов служит фототранзистор BL1. Он изготовлен самостоятельно из транзистора КТ3102В — надфилем аккуратно срезана крышка корпуса так, что стал виден кристалл прибора. Получившееся отверстие в корпусе транзистора надо аккуратно заклеить тонким диском из красного органического стекла или полистирола. Прибор располагают входным окном в сторону ИК диода излучателя.

Хорошие результаты можно получить, применив в приемнике готовый фотодиод ФД-24К, но такая замена обойдется дороже. Не исключено применение готового фототранзистора.

Чувствительность приемника со входа запуска S таймера DA1 зависит от статического коэффициента передачи

"ИК шлейф" в сторожевом устройстве

А. КАШКАРОВ, г. Санкт-Петербург

Для охраны различных объектов широко применяют шлейф из тонкой проволоки, при обрыве которой срабатывает сигнальное устройство. Во многих случаях более эффективно функцию охранного шлейфа может выполнять инфракрасный луч. О том, как реализовать такое охранное устройство, рассказывает автор помещенной ниже статьи.

тока базы фототранзистора и сопротивления нагрузочного резистора R3. Чем больше значения этих параметров, тем выше чувствительность таймера.

Таймер включен по схеме детектора пропущенных импульсов. Пока на входе S таймера действует последовательность импульсов, на его выходе — высокий уровень. Поэтому транзистор VT3 открыт, а тринистор VS1 закрыт.

Как только во входной последовательности импульсов возникает пропуск одного (или более) из них, рабочий цикл таймера успевает завершиться, на выходе высокий уровень сменяется низким и включается светодиод HL1. Транзистор VT3 закрывается, что приводит к открыванию тринистора VS1 и срабатыванию реле K1, включающему исполнительное устройство. Длительность рабочего цикла таймера определена сопротивлением резисторов R4, R5 и емкостью конденсатора C3.

После восстановления непрерывности импульсной последовательности низкий уровень на выходе таймера вновь меняется на высокий, выключается светодиод и открывается транзистор VT3. Тринистор же остается открытым, а реле K1 и исполнительное устройство — включенными. Чтобы их выключить, надо кратковременно нажать на кнопку SB1.

Рис. 2

Оксидные конденсаторы C2, C5 в стороже сглаживают пульсации и другие помехи, проникающие по цепям питания. Эти конденсаторы становятся особенно необходимыми, если источник питания удален от узлов сторожа на несколько метров.

Функциональная чувствительность сторожа в целом зависит от того, насколько установленная длительность рабочего цикла таймера приемника превышает период следования ИК импульсов излучателя. Если превышение минимально, чувствительность максимальна, т. е. сторож будет срабатывать от пропуска всего нескольких импульсов или, иначе говоря, от спички, если она, падая, пересекает ИК луч.

Работа сторожа при максимальной чувствительности крайне нестабильна. К ложным срабатываниям приводят изменения напряжения питания, температуры окружающей среды, из-за которых может измениться частота генератора в излучателе, случайные предметы, появляющиеся на пути ИК луча, механические колебания кронштейнов, где укреплены излучательный диод и фототранзистор и пр.

Поэтому чувствительность надо устанавливать соответственно реальным условиям работы сторожа. Если при этом окажется, что чувствительность слишком высока даже при крайнем верхнем положении движка резистора R4, надо заменить конденсатор C3 другим, большей емкости.

Транзистор КТ312А в приемнике можно заменить любым из этой серии, а также из серии КТ315. Реле K1 — РЭС15, паспорт РС4.591.003, или РЭС10, паспорт РС4.524.303. Вместо КУ101Б подойдет любой тринистор из этой серии; годятся и тринисторы КУ201А—КУ201Г, но, возможно, придется уточнить номинал резистора R8, так чтобы тринистор четко открывался при закрывании транзистора VT3.

Переменный резистор R4 — СПО-1, постоянные — МЛТ-0,25. Оксидные конденсаторы — К50-20, остальные — КМ-5, КМ-6Б. Таймер КР1006ВИ1 можно заменить зарубежным — любым из серии 555. Если индикация состояния сторожа не нужна, цепь R6HL1 можно удалить.

Излучающий ИК диод следует установить внутри отрезка жесткой металлической трубки длиной 30...50 мм, чтобы защитить его от механического повреждения и внешних воздействий. Для этой цели хорошо подходит старая лыжная палка из алюминиевого сплава.

В такую же трубку помещают и фототранзистор, но для него длина отрезка должна быть не менее 200 мм для того, чтобы, кроме прочего, свести к минимуму попадание на кристалл света от посторонних источников. Для этой же цели внутреннюю поверхность трубки надо окрасить любым черным лаком или краской, дающими после высыхания матовую поверхность.

Трубки с ИК диодом и фототранзистором жестко крепят на противоположных краях охраняемой зоны и юстируют так, чтобы ИК луч диода непосредственно попадал на кристалл фототранзистора. Прямая оптическая связь между ними не должна нарушаться от вибрации и других факторов случайного характера, иначе это будет причиной частых ложных срабатываний сторожа.

Включение сторожа надо начинать с излучателя. При первом включении приемника произойдет срабатывание устройства из-за того, что конденсатор C3 разряжен. Для приведения сторожа в дежурный режим надо нажать на короткое время на кнопку SB1.

Исполнительное устройство, включаемое контактами реле K1 (на схеме не показаны), может быть любым — и звуковым (звонок, сирена), и световым (светодиод, яркая лампа), и электромеханическим (электромагнит, электродвигатель) — в зависимости от условий эксплуатации сторожа.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Регулятор мощности на полевых транзисторах

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Этот регулятор позволяет управлять количеством тепла, выделяемого электронагревательным прибором. Принцип его работы основан на изменении числа периодов сетевого напряжения, поступающих на нагреватель, причем включение и отключение происходят в моменты, близкие к переходу мгновенного значения сетевого напряжения через ноль. Поэтому регулятор практически не создает коммутационных помех. К сожалению, он не годится для регулировки яркости ламп накаливания, которые будут заметно мигать.

Схема прибора показана на **рис. 1**. В качестве коммутирующих элементов в нем применены полевые транзисторы IRF840 с допустимым напряжением сток-исток 500 В, током стока 8 А при температуре корпуса 25 °С и 5 А при температуре 100 °С, импульсным током 32 А, сопротивлением открытого канала 0,85 Ом и рассеиваемой мощностью 125 Вт. Каждый транзистор содержит внутренний защитный диод, включенный параллельно каналу в обратной полярности (катодом к стоку). Это позволяет, соединив два транзистора встречно-последовательно, коммутировать переменное напряжение.

На элементах DD1.1, DD1.2 собран генератор импульсов регулируемой скважности, следующих с частотой приблизительно 1 Гц. На DD1.3, DD1.4 — компаратор напряжения. DD2.1 — D-триггер, а DD1.5, DD1.6 — буферные каскады. Гасящий резистор R2, диоды VD3 и VD4, стабилитрон VD6, конденсатор C2 образуют параметрический стабилизатор напряжения. Диоды VD5, VD7 гасят выбросы напряжения на затворах транзисторов VT1, VT2.

Временные диаграммы сигналов в различных точках регулятора показаны на **рис. 2**. Положительная полуволна сетевого напряжения, пройдя через диоды VD3, VD4 и резистор R2, заряжает конденсатор C2 до напряжения стабилизации стабилитрона VD6. Напряжение на аноде диода VD4 представляет собой синусоиду, ограниченную снизу нулевым значением, а сверху — напряжением стабилизации стабилитрона VD6 плюс прямое падение напряжения на самом диоде. Компаратор на элементах DD1.3, DD1.4 делает перепады напряжения более крутыми. Сформированные им импульсы поступают на вход синхронизации (выв. 11) триггера DD2.1, а на его вход D (выв. 9) — импульсы частотой приблизительно 1 Гц с выхода генератора на элементах DD1.1, DD1.2.

Выходные импульсы триггера поданы через соединенные параллельно (для уменьшения выходного сопротивления) элементы DD1.5 и DD1.6 на затворы транзисторов VT1 и VT2. Они отличаются от импульсов генератора "привязкой" перепадов по времени к пересечениям сетевым напряжением уровня, близкого к нулевому, в направлении от плюса к минусу. Поэтому открывание и закрывание транзисторов происходят только в моменты таких пересечений (что и гарантирует низкий уровень помех) и всегда на целое число периодов сетевого напряжения. С изменением переменным резистором R1 скважности импульсов генератора изменяется и отношение длительности включенного и выключенного состояния нагревателя, а следовательно, и среднее количество выделяемого им тепла.

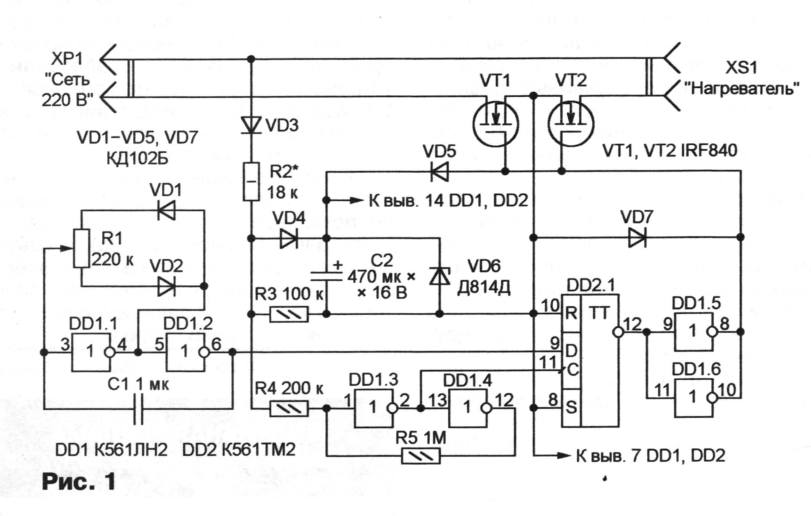


Рис. 1

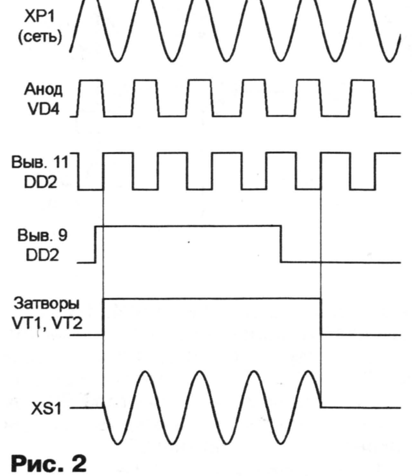


Рис. 2

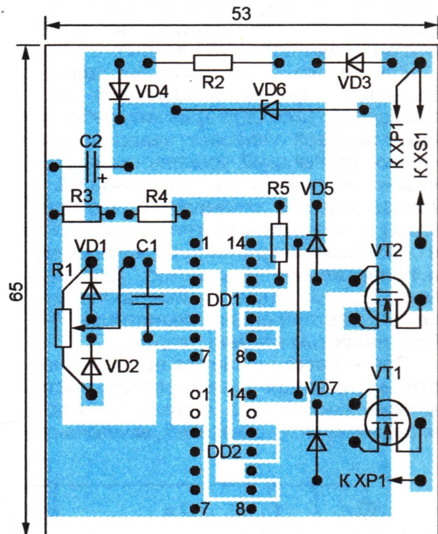


Рис. 3

Полевые транзисторы можно заменить другими, подходящими по допустимым напряжению и току, но обязательно с защитными диодами. Микросхемы серии К561 при необходимости заменяют функциональными аналогами серии 564 или импортными. Стабилитрон Д814Д — любым средней мощности с напряжением стабилизации 10...15 В.

Большинство деталей прибора размещено на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, показанной на **рис. 3**. При мощности нагревателя более 500 Вт транзисторы VT1 и VT2 необходимо снабдить теплоотводами.

Плату устанавливают в корпус из изоляционного материала, на стенке которого монтируют розетку XS1 и переменный резистор R1. На ось резистора обязательно насаживают ручку из изоляционного материала.

При налаживании регулятора проверяют напряжение на конденсаторе C2 во всем интервале регулировки мощности. Если оно заметно меняется, номинал резистора R2 придется уменьшить.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий



Многоточечный термометр

А. БАЛАХТАРЬ, г. Первоуральск Свердловской обл.

Предлагаемый микроконтроллерный термометр был предназначен автором для постоянного наблюдения за температурой нескольких наиболее нагретых элементов в системном блоке компьютера, не охваченных встроенной системой контроля. Это позволяет своевременно принять решение о включении или выключении дополнительного вентилятора. Прибор можно с успехом использовать и для измерения температуры других объектов.

Основные элементы термометра — микроконтроллер КР1878ВЕ1 и АЦП ADC0838CCN. Подробное описание микроконтроллера можно найти на интернет-сайте производителя [1]. Микросхема ADC0838CCN представляет собой восьмиканальный восьмиразрядный АЦП с последовательным цифровым интерфейсом. Она принадлежит к семейству аналогичных микросхем [2], различающихся числом мультиплексируемых аналоговых входов. О взаимодействии таких АЦП с микроконтроллером рассказано в [3].

В данном случае использованы четыре из восьми канала АЦП, настроенных на работу в псевдодифференциальном режиме с общим инвертирующим входом и раздельными неинвертирующими.

Интервал измеряемой температуры — −50...+100 °С при дискретности отсчета 1 °С. Погрешность измерения зависит от характеристик примененных датчиков, достигая в данном случае приблизительно 2 °С.

Для уменьшения стоимости в термометре применен один трехразрядный индикатор, на который показания четырех датчиков выводятся поочередно, сменяясь раз в секунду. Номер датчика указывают десятичные точки разрядов индикатора. Когда выведены показания первого датчика, все точки погашены, второго — светится точка первого разряда слева, третьего — второго слева, четвертого — первого справа.

Схема прибора приведена на **рисунке**. Обратите внимание на разделение "аналогового" (AGND) и "цифрового" (DGND) общего провода. На печатной плате прибора эти цепи должны быть соединены только в одной точке — у выводов 10 и 11 АЦП DA3. Кратковременным нажатием на кнопку SB1 можно остановить циклический опрос датчиков, а повторным нажатием — возобновить его.

Следует заметить, что микросхема ADC0838CCN работает в температурном интервале 0...+70 °С. Поэтому прибор (за исключением датчиков ВК1—ВК4) должен находиться в среде с положительной температурой даже при измерении отрицательной. В противном случае в качестве DA3 необходимо применить микросхему ADC0838CIWM, способную работать в так называемом "индустриальном" интервале температуры −40...+85 °С. Этот фактор нужно учитывать и при выборе всех других элементов прибора.

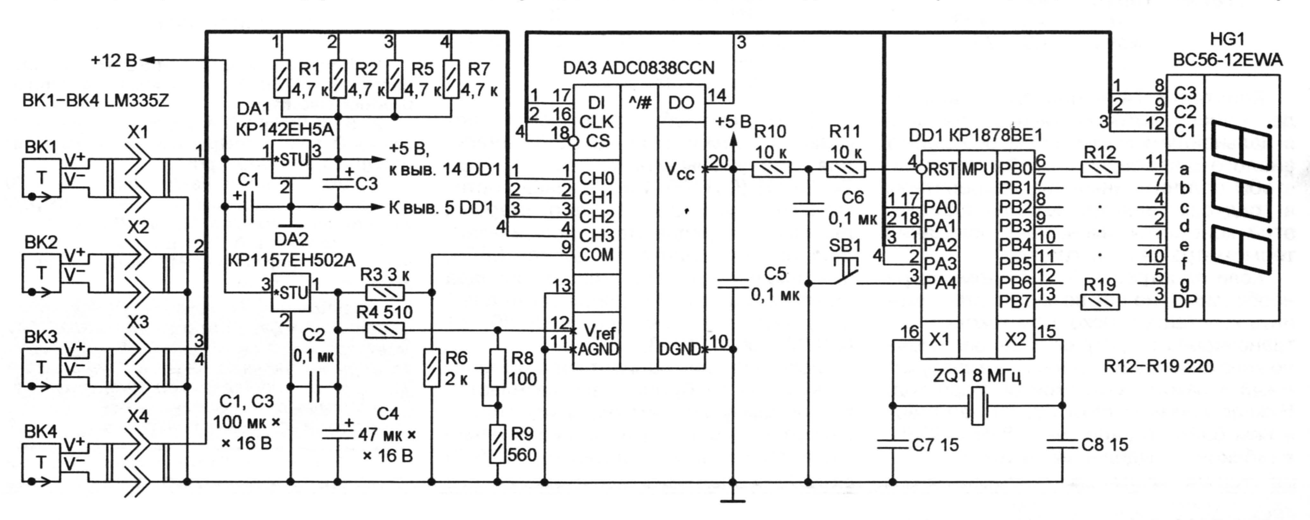
Индикатор HG1 — светодиодный трехразрядный ВС56-12EWA, который можно заменить любым аналогичным с общим катодом. Аноды светодиодов индикатора подключены к порту В микроконтроллера. Катоды — к порту А. Динамическая индикация организована программно.

Чтобы сэкономить выводы микроконтроллера, цепи катодов индикатора совмещены с цепями управления АЦП. Когда работает индикатор, АЦП высоким логическим уровнем на входе $\overline{CS}$ переведен в пассивное состояние. При обращении микроконтроллера к АЦП на всех линиях порта В установлен низкий логический уровень, светодиоды погашены и не влияют на взаимодействие микроконтроллера с АЦП. Все это происходит достаточно быстро, чтобы мигание индикатора было незаметным.

Датчики LM335Z (ВК1—ВК4) — своеобразные аналоги стабилитрона с линейной зависимостью напряжения стабилизации от температуры. Его значение в милливольтах, деленное на 10, численно равно температуре кристалла датчика в кельвинах (2730 мВ при 0 °С). Чтобы обеспечить хорошую теплопередачу и уменьшить погрешность, датчик необходимо плотно прижать к контролируемому объекту, смазав место контакта теплопроводной пастой. Можно и приклеить датчик к объекту теплопроводным клеем.

Так как АЦП восьмиразрядный, установив на его входе V_{REF} образцовое напряжение 2550 мВ, получим шаг квантования 10 мВ. Это обеспечивает численное равенство результата преобразования температуре в градусах Цельсия (с учетом смещения) и избавляет от необходимости программно масштабировать результат.

Для полного использования динамического диапазона АЦП разность значений напряжения между любым его аналоговым входом (выходом датчика) и общим для всех каналов инвертирующим входом (COM) должна быть положительной и не превышать образцовое напряжение. В интервале температуры −50...+100 °С (223...373 К) это условие будет выполнено при напряжении на входе COM от 1180 (3730 − 2550) до 2230 мВ. Окончательную корректировку показаний термометра выполняет программа, поэтому в точной установке напряжения смещения нет необходимости.



Программа написана на языке ассемблера TESSA (<**http://www.angstrem.ru/pdf/1878/tessa/tessa.exe**>). Результат трансляции в версии, обслуживающей четыре датчика, приведен в **таблице**. Его загружают в память программ микроконтроллера с помощью одной из утилит, имеющихся в самораспаковывающемся архиве <**http://www.angstrem.ru/pdf/1878/soft/soft.exe**>. С ними можно использовать адаптер, схема которого есть в том же архиве или описанный в [4]. В последнем вывод 1 микросхемы DD1 должен быть соединен не с общим проводом, а с цепью питания (выв. 20 той же микросхемы).

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-28-38

```
0000 00 00 0C 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0200 08 80 77 81 00 00 49 81 00 00 00 00 00 00 00 00
0210 18 20 01 20 42 20 4B 20 61 43 E1 41 E1 41 01 42
0220 01 40 01 40 62 43 E2 5F E2 5F 02 40 02 40 02 40
0230 45 55 25 4A 3F 06 5B 4F 66 6D 7D 27 7F 6F 50 20
0240 10 00 58 20 00 40 01 40 02 40 03 40 04 40 18 00
0250 12 00 62 20 10 40 11 40 12 40 13 40 14 40 1A 00
0260 12 00 6A 20 13 40 1A 00 19 40 7E 91 88 01 39 34
0270 3B A0 AD 90 39 28 4C 91 57 90 6A 90 36 80 12 00
0280 62 20 30 61 45 A0 30 30 55 80 10 40 31 61 4A A0
0290 31 30 55 80 11 40 32 61 4F A0 32 30 55 80 12 40
02A0 33 61 54 A0 33 30 55 80 13 40 1A 00 0C 00 10 00
02B0 58 20 12 00 62 20 18 06 A6 90 00 07 38 06 A6 90
02C0 01 07 58 06 A6 90 02 07 78 06 A6 90 03 07 18 00
02D0 1A 00 0C 00 10 00 12 00 58 20 6A 20 73 60 71 B0
02E0 00 3B E9 39 29 28 0A 04 A2 90 0A 40 E2 67 7C B0
02F0 E1 67 7C B0 E1 29 E1 2A 53 60 7F B0 01 3B E9 39
0300 49 28 2A 04 A2 90 0A 40 E2 67 88 B0 E2 29 E2 2A
0310 33 60 8B B0 02 3B E9 39 89 28 38 07 58 34 92 A0
0320 02 40 82 3A 4A 04 A2 90 0A 40 E3 67 99 B0 E3 29
0330 E3 2A E9 39 09 29 6A 04 A2 90 0A 40 E9 39 1A 00
0340 18 00 0C 00 58 46 38 2C A3 B0 0C 00 9C 46 1D 40
0350 1C 13 DC 02 FD 02 F8 07 0C 00 CE 90 6A 90 C0 90
0360 10 00 68 20 12 00 62 20 10 40 11 40 12 40 13 40
0370 02 60 BD A0 3F 90 22 2C B8 80 18 00 1A 00 0C 00
0380 10 00 68 20 58 49 02 0B C9 D0 02 0F 59 28 18 00
0390 0C 00 58 0C 02 07 59 38 18 00 0C 00 10 00 68 20
03A0 F1 90 00 40 02 40 35 91 0A 40 09 39 49 28 31 91
03B0 09 29 00 91 2B 91 00 61 EC A0 2B 91 21 05 81 00
03C0 E1 2B E1 28 21 00 18 04 18 60 E9 A0 A1 00 38 2C
03D0 E4 80 22 18 20 30 DB 80 49 28 09 39 3F 91 18 00
03E0 0C 00 88 01 38 07 78 29 F8 2B 18 60 F8 B0 23 30
03F0 38 07 F8 2B D8 29 38 60 FF B0 7E 91 39 28 0C 00
0400 29 38 2B 91 03 60 0B A1 23 60 12 A1 43 60 1A A1
0410 63 60 23 A1 03 40 29 38 2B 91 29 28 2B 91 2B 91
0420 2B 91 0C 00 29 38 2B 91 29 38 2B 91 29 28 2B 91
0430 2B 91 0C 00 29 38 2B 91 29 28 2B 91 29 28 2B 91
0440 29 38 2B 91 0C 00 29 38 2B 91 2B 91 29 28 2B 91
0450 29 38 2B 91 0C 00 49 28 31 91 49 38 31 91 49 28
0460 0C 00 58 41 38 2C 32 B1 0C 00 11 00 19 20 69 43
0470 69 41 69 41 89 42 09 40 09 40 19 00 0C 00 10 00
0480 18 20 61 43 E1 41 E1 41 01 42 01 40 01 40 18 00
0490 0C 00 39 38 7E 91 0D 00 39 36 74 A1 29 36 52 B1
04A0 19 3B 53 81 19 2B D9 37 72 A1 38 07 F8 29 38 00
04B0 38 61 71 A1 F8 61 75 A1 F8 60 6E A1 78 60 75 A1
04C0 78 61 6A A1 B8 61 72 A1 B8 60 67 A1 72 81 99 38
04D0 B9 2A 0C 00 99 28 99 3A 79 2A 0C 00 99 28 B9 2A
04E0 0C 00 D9 3A 99 38 39 2A 0C 00 99 28 0C 00 10 00
04F0 18 20 45 55 45 4A 39 3A 18 00 0D 00 0C 42 ED 49
0500 8C 40 4D 4F 0C 40 4D 42 6C 40 0C 00
```

Примечание. В ячейках 0010H–01FFH нулевые значения

Вот фрагмент программы, в котором задается поправка к показаниям датчиков:

```
        ...
Termo:  push   #A
        ldr    #A, 068h
        movl   d0, 74
        ...
```

Константа 74 в последней команде — число, которое микроконтроллер в дальнейшем вычитает из результата аналого-цифрового преобразования, чтобы получить значение температуры в градусах Цельсия. Каждая единица этой константы уменьшает показания термометра на один градус.

Если подстроить "ноль" термометра необходимо, но нет возможности изменить константу в исходном тексте и оттранслировать программу заново, можно внести поправку напрямую в загружаемый в память микроконтроллера код. Нужная команда movl d0, 74 занимает в нем байты с адресами 384H и 385H, в таблице — выделенные цветом.

Подлежащая корректировке константа "распределена" между байтами следующим образом:

Байт по адресу 385H 49H — Байт по адресу 384H 58H

0 1 0 0 1 0 0 1   0 1 0 1 1 0 0 0

Константа 4AH = 74_{10}

Допустим, требуется "сместить" показания термометра на 23 °C вверх, для чего уменьшить константу 74 до 74–23=51 (00110011 в двоичной системе счисления). Записав пять старших двоичных разрядов этого числа в младшие разряды байта по адресу 385H, а оставшиеся — в три старших разряда байта по адресу 384H, получим нужный результат, код команды movl d0, 51 (0100011001111000).

Есть еще один вариант корректировки нуля, не требующий вмешательства в программу. Достаточно заменить резистор R6 подстроечным (желательно многооборотным, например, СП5-2) номиналом 5,1 кОм и с его помощью добиться правильных показаний.

Кроме LM335 в термометре могут работать и другие датчики. Например, установка K1019EM1 без какого-либо вмешательства в программу поднимет верхнюю измеряемую температуру до +125 °C. Однако резисторы R1, R2, R5, R7 придется заменить источниками тока 1 мА.

Датчики AD22100 потребуют питания напряжением 5 В, которое можно взять с выхода стабилизатора DA1. Но крутизна преобразования температуры в напряжение у них в 2,25 раза больше. Это необходимо учесть введением делителей напряжения между выходами датчиков и входами АЦП, повышением образцового напряжения, подаваемого на вывод 12 DA3, или изменением программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Восьмиразрядный RISC микроконтроллер KP1878BE1. — <**www.angstrem.ru/product/risc.htm**>.
2. 8-Bit Serial I/O A/D Converter with Multiplexer Option. — <**http://www.national.com/ds.cgi/AD/ADC0831.pdf**>.
3. A/D Converters Easily Interface with 70 Series Microprocessors. — <**http://www.national.com/an/AN/AN-280.pdf**>.
4. **Балахтарь А.** Программатор с питанием от LPT-порта для KP1878BE1. — Радио, 2004, № 1, с. 29, 30.

***От редакции.** На нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/04/adct.zip**> имеются исходный текст программы термометра на языке ассемблера и файлы программирования микроконтроллера, рассчитанные на обслуживание одного, двух, трех и четырех датчиков.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Расчет импульсного трансформатора двухтактного преобразователя

Окончание. Начало см. на с. 35

При определении числа витков вторичной обмотки необходимо знать падение напряжения на первичной обмотке. Если учесть, что длина одного витка составляет 40,5–24,5+2·11,5 = 39 мм, то общая длина провода в первичной обмотке равна 45·39 = 1,755 м. Учитывая погонное сопротивление провода [6], получим $R_{обм1}$ = 0,0324·1,755 = 0,06 Ом, а падение напряжения на первичной обмотке достигнет $U_{1пад}$ = 1,77·0,06 = 0,1 В. Очевидно, что столь малым его значением можно пренебречь.

Если предположить, что потери на выпрямительном диоде примерно равны 1 В, тогда получим расчетное число витков вторичной обмотки $N_2 = 45\cdot(51/150) = 15{,}3 \approx 16$ витков. Диаметр провода вторичной обмотки $d_2 = 0{,}6\sqrt{4} = 1{,}2$ мм. Заполнение окна трансформатора по меди $S_м = 45(\pi\cdot0{,}83^2/4)+16(\pi\cdot1{,}2^2/4) = 0{,}43$ см^2, что соответствует коэффициенту заполнения $k_м=S_м/S_о=0{,}43/4{,}91=0{,}09$. С учетом необходимости межслойной и межобмоточной изоляции среднее значение коэффициента заполнения может достигать $k_м$=0,35, а максимальное — $k_м$ = 0,5. Таким образом, условие размещения обмоток выполнено.

Уточним максимальное значение тока намагничивания с учетом того, что измеренное значение коэффициента индуктивности оказалось в 1,1 раза меньше табличного. Поэтому ток намагничивания I_{max} будет в 1,1 раза больше и составит 0,23 А, что в нашем примере не сильно отличается от табличного значения, 0,21 А. Суммарный ток коммутации в первичной обмотке при максимальном сетевом напряжении равен $I_{\Sigma max}$ = 1,77+0,23 = 2 А. Исходя из этого необходимо выбрать коммутирующие транзисторы с максимально допустимым током коллектора (стока) не менее $I_{доп}$ = 1,5·2 = 3 А. Максимальное напряжение на коммутирующих транзисторах (в закрытом состоянии) равно полному выпрямленному напряжению сети, поэтому максимально допустимое напряжение на коллекторе (стоке) должно быть не менее $U_{доп}$ = 1,2·360 = 432 В. На этом расчет импульсного трансформатора завершен.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жучков В.** Расчет трансформатора импульсного блока питания. — Радио, 1987, № 11, с. 43.
2. Справочная информация. Справочник по ферритам. Ферромагнитные материалы. — **http://www.qrz.ru/reference/ferro/ferro.shtml**.
3. **Михайлова М. М., Филиппов В. В., Муслаков В. П.** Магнитомягкие ферриты для радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. — М.: Радио и связь, 1983.
4. **Князев Ю., Сытник Г., Соркин И.** Блок 3Г и питание комплекта ИК-2. — Радио, 1974, № 4, с. 17.
5. **Барабошкин Д.** Усовершенствованный экономичный блок питания. — Радио, 1985, № 6, с. 51, 52.
6. **Першин В.** Расчет сетевого трансформатора источника питания. — Радио, 2004, № 5, с. 55—57.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Доработка реле стеклоочистителя

А. КИРСАНОВ, г. Пятигорск Ставропольского края

В журнале "Радио" опубликовано немало блоков управления стеклоочистителем, обеспечивающих более широкие по сравнению с заводским вариантом сервисные возможности. Однако практическая реализация этих узлов, как правило, требовала вмешательства в систему электрооборудования автомобиля, что для многих представляло серьезные трудности.

Я предлагаю вниманию читателей доработку электротеплового реле—прерывателя РС514 стеклоочистителя, устанавливаемого на автомобилях "Жигули" от ВАЗ2101 до ВАЗ2107. Основой этого прерывателя служит нагреваемая током биметаллическая пластина, из-за чего пауза в работе щеток слишком короткая — 2...3 с, нерегулируемая и нестабильная.

Использование электронного реле вместо теплового расширяет возможности управления стеклоочистителем, уменьшает энергопотребление, при этом умещается в корпус РС514 и при монтаже не требует доработки бортовой сети машины.

Схема реле показана на **рис. 1**. Особенностей оно не имеет, подобные устройства были опубликованы на страницах журнала (например, [1]). Длительность паузы регулируют переменным резистором R3. При указанных на схеме номиналах конденсатора C1 и резистора R3 паузу можно изменять в пределах от нуля до 25 с.

Большинство деталей устройства смонтировано на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. Чертеж платы представлен на **рис. 2**. Плата укреплена с помощью уголка 4×6 мм длиной 25 мм из листового дюралюминия толщиной 0,8 мм в корпусе реле на месте биметаллического прерывателя, который необходимо

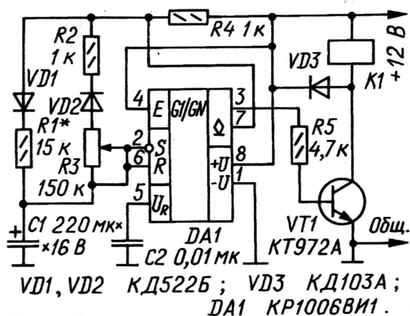


Рис. 1

демонтировать, высверлив заклепки. Балластный резистор [2] тоже удаляют.

Транзистор КТ972А можно заменить на КТ972Б (или на любой из серии КТ829). Диод VD3 — любой из серий КД102, КД103, КД105; он припаян со стороны печати.

Налаживания реле не требует, может лишь понадобиться подборка резистора R1, если длительность включения реле выходит за границы 2...3 с. Эту работу лучше выполнять при включенном в бортовую сеть реле—прерывателе. Если в работе стеклоочистителя наблюдаются сбои, следует к выводам 1 и 8 таймера DA1 припаять (в соответствующей полярности) миниатюрный оксидный конденсатор емкостью 100—220 мкФ с номинальным напряжением 16 В.

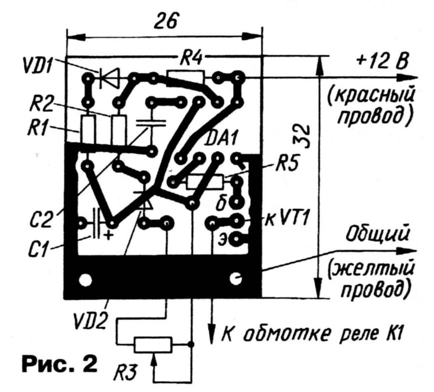


Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. **Олейник П.** Интегральный таймер в блоке управления стеклоочистителей. — Радио, 1988, № 12, с. 25.

2. **Литвиненко В.** Электрооборудование автомобилей ВАЗ. — М.: За рулем, 2000 (с. 108, 109).

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Контроль напряжения аккумуляторной батареи

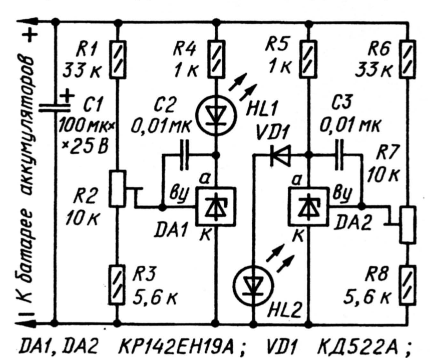
В. ГРИЧКО, г. Краснодар

Это устройство представляет собой простой двупороговый индикатор напряжения (см. схему на **рисунке**), подключаемый либо непосредственно к аккумуляторной батарее, либо к бортовой сети автомобиля. Если двигатель выключен, то напряжение в бортовой сети равно напряжению батареи.

Когда напряжение питания индикатора находится в пределах 10,8...14 В, светодиоды HL1 и HL2 выключены (или слегка подсвечивают, что заметно только при слабом внешнем освещении). При напряжении, большем 14 В, включается светодиод HL1, а при меньшем 10,8 В — HL2. Это позволяет вовремя заметить неполадки в работе электрооборудования автомобиля.

Индикатор состоит из двух включенных параллельно компараторов напряжения, в качестве которых использованы регулируемые стабилитроны КР142ЕН19А. Конденсаторы C2, C3, образуя цепи отрицательной ОС, обеспечивают более устойчивую работу стабилитронов DA1, DA2. Делители напряжения R1—R3 и R6—R8 служат для установки порогов срабатывания компараторов.

Светодиод HL1 включен со стабилитроном DA1 последовательно, поэтому при напряжении питания индикатора, меньшем 14 В, стабилитрон закрыт и через цепь протекает очень малый ток — светодиод выключен. При увеличении напряжения до 14 В стабилитрон открывается и включает светодиод. Резистор R4 ограничивает ток через светодиод при дальнейшем увеличении напряжения питания.



Светодиод HL2 включен параллельно стабилитрону DA2, из-за чего при напряжении питания более 10,8 В стабилитрон открыт, падение напряжения на нем слишком мало для включения светодиода на полную яркость. При уменьшении напряжения питания до 10,8 В стабилитрон закрывается и через светодиод начинает протекать ток, определяемый в основном сопротивлением резистора R5. Диод VD1 уменьшает подсвечивание светодиода HL2, когда напряжение питания превышает 10,8 В.

Диод в индикаторе можно использовать любой кремниевый. Подстроечные резисторы R2, R7 — СП4-1.

Налаживание индикатора заключается в установке порогов включения светодиодов. Для этого нужны цифровой (или образцовый аналоговый) вольтметр постоянного тока со шкалой на 15...20 В, а также регулируемый источник постоянного напряжения.

Индикатор подключают к источнику, установленному на напряжение питания 14 В, и вращают ротор резистора R2 до включения светодиода HL1. Далее источник питания переводят на напряжение 10,8 В и резистором R7 добиваются включения светодиода HL2.

Если подсвечивание выключенного светодиода HL2 слишком заметно, последовательно с диодом VD1 нужно включить еще один такой же диод.

Если индикатор предполагается установить в автомобиль в качестве бортового прибора, подключать его нужно к тем цепям, где напряжение появляется после включения зажигания.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

Озолин М. Дистанционное управление УКВ радиоприемником. — Радио, 2004, № 7, с. 23, 24.

Печатные платы.

Детали устройства размещены на трех печатных платах. На одной из них смонтирован передатчик (**рис. 1**), на другой — приемник с дешифратором команд (**рис. 2**), на третьей — дешифраторы DD6, DD7, резисторы R10—R22, диоды VD3—VD12 и транзистор VT2 (эта плата относительно простая, поэтому ее чертеж не приводится). Плата передатчика рассчитана на установку резисторов МЛТ и конденсаторов КМ-6, приемника — резисторов этого же типа, оксидных конденсаторов фирмы Jamicon (C1, C4), КМ-6 (C2, C3, C5), К10-17а (C6, C7) и К10-47а (C8). Штриховыми линиями показаны перемычки из тонкого монтажного провода, впаянные до установки деталей на место. Такой же замкнутой линией в левой нижней (по чертежу на рис. 2) части платы изображен контур экрана, изготовленного из листовой меди (или латуни) толщиной 0,5 мм и установленного на стороне деталей. Он представляет собой коробку без дна высотой 15 мм, в левой стенке которой (напротив фотодиода VD1) вырезано отверстие диаметром 10 мм. Фотодиод установлен параллельно плате, для чего его выводы перед монтажом изогнуты на угол 90°. Левая и нижняя стенки экрана имеют высоту около 20 мм и припаяны к фольге общего провода.

Рис. 1

Рис. 2

Малород Д. Тестирование строчной развертки при малом напряжении питания. — Радио, 2003, № 10, с. 7—10.

Замена ограничительного диода.

Ограничительный диод 1,5KE350 можно заменить другими диодами серии 1,5KE с напряжением ограничения 350...440 В (1,5KE350A, 1,5KE400, 1,5KE400A, 1,5KE440, 1,5KE440A), а также отечественными КС606БС, КС606БС1, КС609В, КС609В1 и т. п. При выборе ограничительного диода следует исходить из того, что его максимальное открывающее напряжение должно быть меньше (желательно с запасом) предельно допустимого напряжения сток–исток защищаемого полевого транзистора.

Михеева Ж. Радиоприемник с полевыми транзисторами. — Радио, 2002, № 7, с. 57, 58.

О катушке L1.

При отсутствии литцендрата, которым в статье рекомендуется намотать катушку L1 магнитной антенны, его нетрудно изготовить самому. Конец провода марки ПЭВ-1 или ПЭВ-2 диаметром 0,07 мм закрепляют на проволочном крючке, зажатом в патроне ручной дрели, закрепленной в тисках. Провод осторожно сматывают с катушки и, избегая касания его голыми руками (чтобы не ухудшить добротность будущей магнитной антенны), надевают на гвоздь, вбитый на необходимом расстоянии от дрели, затем снова на крючок и так до тех пор, пока не получится нужное число проводов в жгуте. Закрепив второй конец провода, жгут скручивают с помощью дрели, делая 70...80 оборотов на каждый метр его длины. Для равномерного скручивания по всей длине жгут периодически разглаживают через кусок чистой хлопчатобумажной ткани. Придерживая провод через ту же ткань, его обрезают в непосредственной близости от гвоздя и дают самопроизвольно раскрутиться, не допуская образования петель и узлов. После этого жгут обрезают и у крючка, закрепленного в патроне дрели, наматывают катушку L1 в хлопчатобумажных перчатках.

Касаткин Ф. Реле указателя поворотов для легких мотоциклов. — Радио, 2004, № 10, с. 44, 45.

О стабилизаторе напряжения питания.

Для надежной работы устройства при замене интегрального стабилизатора LM1085IT-5.0 желательно использовать не КР142ЕН5А(Б), а КР142ЕН12 (LM317), включенный по типовой схеме с делителем из резисторов сопротивлением 240 и 750 Ом (первый включают между выходом и управляющим выводом микросхемы, а второй — между последним и общим проводом).

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

Макеенко Б., Жебриков А. Малогабаритный осциллограф-пробник. — Радио, 2004, № 8, с. 56, 57.

Номинальное сопротивление резистора R35 — 160 Ом. ОУ DA1 — КР140УД1208. Напряжение питания $+U_{пит}$ должно быть подано на его вывод 7, а с общим проводом соединен вывод 4.

Балахтарь А. Программатор с питанием от LPT-порта для КР1878ВЕ1. — Радио, 2004, № 1, с. 29, 30.

На входе T (вывод 1) микросхемы DD1 должен быть высокий, а не низкий уровень (его необходимо соединить с выводом 20).

Володин В. Инверторный источник сварочного тока. Блок управления. — Радио, 2003, № 10, с. 29—32.

На с. 32 (первая колонка, последний абзац, 7-я и 8-я строки снизу) вместо слов "Узел на ОУ DA4.1... увеличивает частоту..." следует читать: "Узел на ОУ DA4.1... уменьшает частоту...".

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru тел. 207-89-00

Полевые маломощные транзисторы серии КП523

Кремниевые полевые n-канальные транзисторы КП523А, КП523Б с изолированным затвором и обогащением канала, с встроенным защитным обратно включенным диодом изготавливают по эпитаксиально-планарной технологии. Приборы рассчитаны на работу в телекоммуникационной, измерительной и контрольной технике, в автоматике и другой радиоэлектронной аппаратуре промышленного и бытового назначения.

Транзисторы оформлены в пластмассовый корпус КТ-26 (ТО-92) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 1**). Зарубежный аналог транзистора КП523А — BSS297.

Цоколевка и схема внутренних соединений показаны на рис. 1.

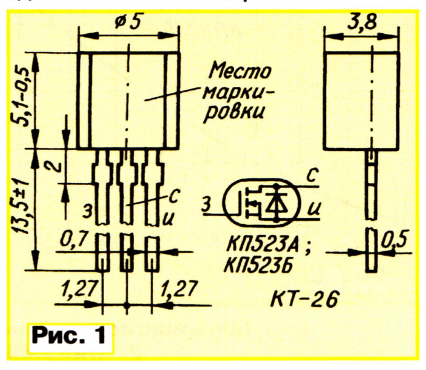


Рис. 1

Основные технические характеристики при $T_{окр.ср}$ = 25±10 °С

Пороговое напряжение затвор—исток, В, при токе стока 1 мА и соединенных выводах стока и истока . . . . .0,8...2

Сопротивление открытого канала, Ом, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, токе стока 0,45 А и напряжении затвор—исток 10 В для
- КП523А 2
- КП523Б 4

Сопротивление открытого канала, Ом, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, токе стока 0,45 А и напряжении затвор—исток 4,5 В для
- КП523А 3,3
- КП523Б 6

Остаточный ток стока, мкА, не более, при нулевом напряжении затвор—исток и напряжении сток—исток
- 200 В 1
- 130 В .0,1

Ток утечки затвора, мкА, не более, при нулевом напряжении сток—исток и напряжении затвор—исток ±20 В . . . .±0,1

Крутизна вольт-амперной характеристики, А/В, не менее, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, токе стока 0,45 А для
- КП523А (при напряжении сток—исток 2 В) 0,5
- КП523Б (4 В) 0,5

Прямое напряжение открытого защитного диода, В, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, нулевом напряжении затвор—исток и токе стока 0,96 А 1,1

Тепловое сопротивление переход—окружающая среда, °С/Вт, не более 125

Емкость* транзистора, пФ, не более, при нулевом напряжении затвор—исток, напряжении сток—исток 25 В и частоте 1 МГц
- входная 400
- выходная 60
- проходная 30

Время включения*, нс, не более, при напряжении сток—исток 30 В, токе стока 0,29 А, напряжении затвор—исток 10 В, сопротивлении резистора между затвором и истоком 50 Ом, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 37

Время выключения*, не более, при напряжении сток—исток 30 В, токе стока 0,29 А, напряжении затвор—исток 10 В, сопротивлении резистора между затвором и истоком 50 Ом, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 230

* Справочные параметры.

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение сток—исток, В 200

Наибольшее напряжение затвор—исток, В . . . .±14

Наибольшее пиковое напряжение затвор—исток, В, при длительности импульсов не более 1 с . . . .±20

Наибольший постоянный ток стока*, А, при напряжении затвор—исток не менее 10 В и температуре окружающей среды 25°С для
- КП523А 0,48
- КП523Б 0,34

Наибольший импульсный ток стока*, А, для
- КП523А 1,92
- КП523Б 1,36

Наибольшая постоянная рассеиваемая мощность**, Вт, при температуре окружающей среды не более 25 °С 1

Наибольшая температура кристалла, °С 150

Рабочий интервал температуры окружающей среды,°С –55...+125

** При условии непревышения постоянной рассеиваемой мощности и температуры кристалла.*

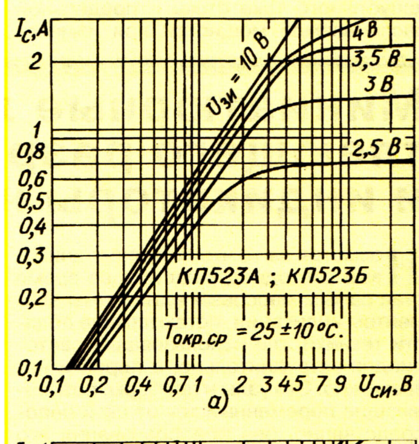
*** При температуре окружающей среды от 25 до 125 °С максимально допустимую мощность рассеяния вычисляют по формуле*

$$P_{max} = \frac{T_{кр\ max} - T_{окр.ср}}{R_{T.кр-ср}},$$

где $T_{кр\ max}$ — максимально допустимая температура кристалла; $R_{T.кр-ср}$ — тепловое сопротивление кристалл — окружающая среда.

Допустимое значение статического потенциала — 30 В в соответствии с ОСТ 11073.062. Режим и условия монтажа транзисторов в аппаратуру должны соответствовать ОСТ 11336.907.0.

На рис. 2—8 показаны графические типовые зависимости параметров транзисторов серии КП523. Зависимость тока стока $I_С$ от напряжения сток—исток $U_{СИ}$ при двух значениях температуры окружающей среды $T_{окр.ср}$ — 25±10 и 125 °С — изображены на **рис. 2**,а и б, а тока стока от напряжения затвор—исток $U_{ЗИ}$ — на **рис. 3**. Нормализованная температурная характеристика сопротивления канала $R_{к.н}$ показана на **рис. 4** ($R_{к.н} = R_к/R_{к25}$), где $R_к$ — текущее сопротивление канала; $R_{к25}$ — сопротивление канала при температуре кристалла 25 °С).



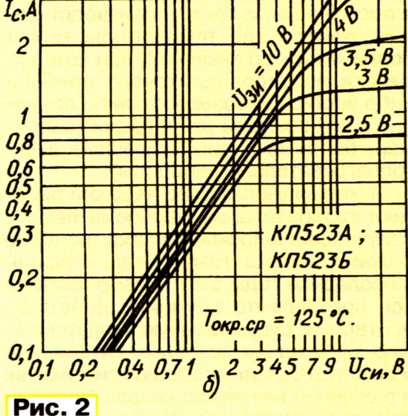


Рис. 2

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

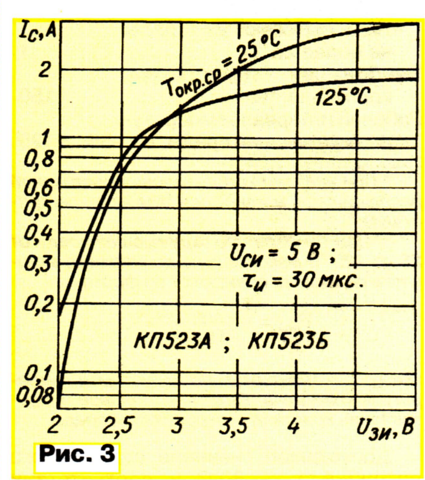


Рис. 3

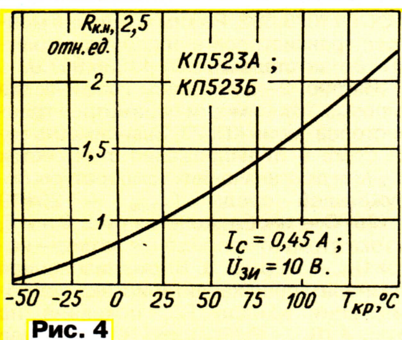


Рис. 4

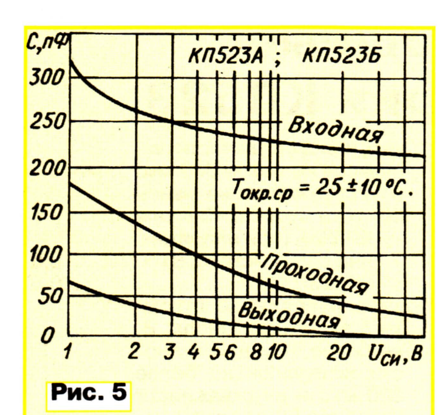


Рис. 5

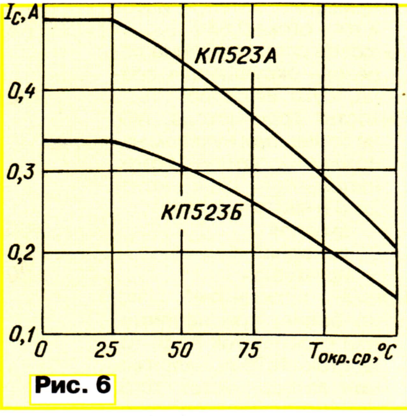


Рис. 6

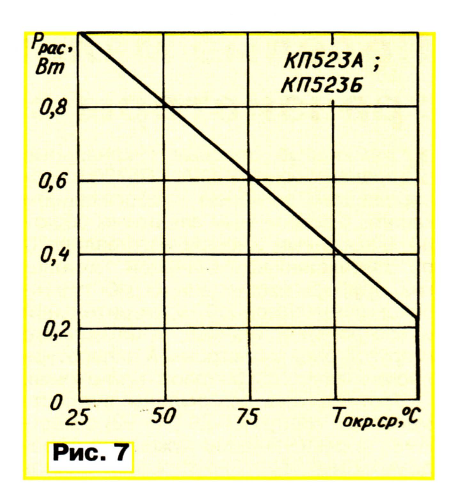


Рис. 7

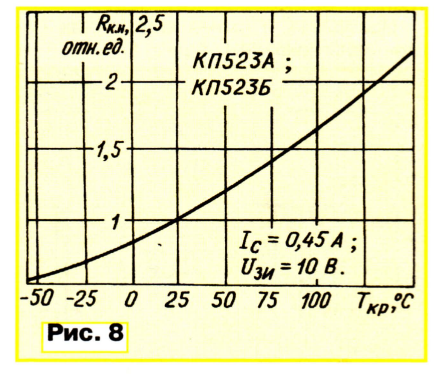


Рис. 8

Изменение емкости транзисторов при изменении напряжения сток—исток иллюстрирует **рис. 5**, а максимально допустимого тока стока и предельной рассеиваемой мощности при изменении температуры окружающей среды — на **рис. 6** и **7** соответственно. На **рис. 8** показана зависимость постоянного напряжения на встроенном защитном диоде от прямого тока через него.

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ
г. Минск, Белоруссия

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Миниатюрные лампы тлеющего разряда и индикаторы на их основе

Несмотря на то что полупроводниковый светодиод в настоящее время стал самым массовым единичным элементом индикации, остаются еще области техники, где использование светодиодов затруднительно, а порой и невозможно. Это узлы и приборы, потребляющие переменный ток от сети непосредственно, без преобразования его в постоянный, а также производственные участки, где температура может подниматься до значений, при которых работа полупроводникового прибора либо вообще невозможна, либо приводит к его быстрой деградации (например, бытовые и промышленные электронагревательные приборы).

В этих случаях более надежно работают газоразрядные неоновые лампы, получившие широкое распространение более полувека тому назад. Правда, в последние годы этот прибор, оставаясь прежним по принципу действия, претерпел существенную модернизацию как в плане исходных материалов и эксплуатационных характеристик, так и в степени миниатюризации. Налажен выпуск индикаторных сборок, где неоновый излучатель оформлен в соответствующую арматуру.

Единичные бесцокольные газоразрядные индикаторы выпускают как без токоограничительного резистора, так и с резистором, включенным в один из выводов лампы. Сопротивление встроенного резистора в килоомах указано в конце полного наименования прибора. Так, например, запись "+R68к" означает, что индикатор оснащен токоограничительным резистором сопротивлением 68 кОм.

Индикаторы оформлены в стеклянном прозрачном баллоне, наполненном неоном. Выводы — проволочные, не рассчитанные на многократное изгибание. Электроды имеют стержневую форму; световое излучение выходит через боковую (цилиндрическую) поверхность баллона (**рис. 1**,а, б и **рис. 2**,а, б).

Приборы предназначены для сигнализации работы узлов и наличия напряжения питания в аппаратуре бытового и промышленного назначения.

Основные технические характеристики приборов сведены в **табл. 1**. Номинальная частота рабочего тока — 50 Гц. Средний срок службы индикаторов — 20 000 ч.

Если неоновую лампу без встроенного резистора требуется подключить к источнику сетевого напряжения

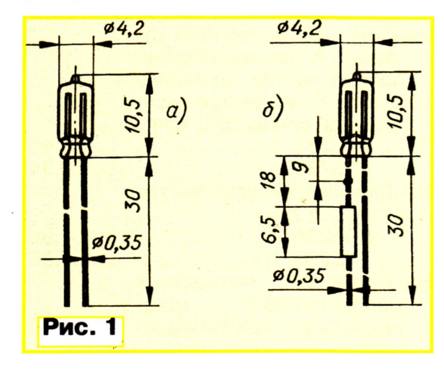


Рис. 1

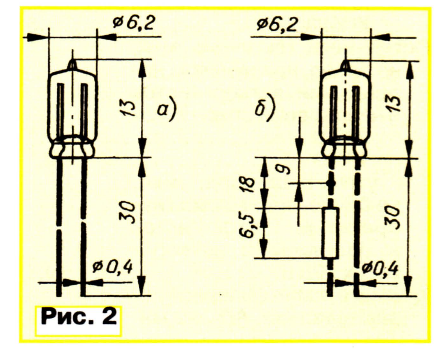


Рис. 2

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

Таблица 1

Наименование бесцокольного индикатора	Основные технические характеристики: Цвет свечения	Рабочее напряжение, В	Рабочий ток, мА	Чертеж (номер рис.)
NE410/30HB-1	Оранжевый	65**	0,7...0,8	1,а
NE410/30G	Зеленый*		1,35	
NE613/30HB-1	Оранжевый		0,7...0,8	2,а
NE613/30G	Зеленый*		1,35...1,6	
NE410/30HB-1+R68к	Оранжевый	110	0,8	1,б
NE410/30HB-1+R220к		220		
NE410/30HB-1+R470к		380		
NE613/30HB-1+R68к		110		2,б
NE613/30HB-1+R220к		220		
NE613/30HB-1+R470к		380		
NE410/30G+R39к	Зеленый*	110	1,35	1,б
NE410/30G+R120к		220		
NE410/30G+R270к		380		
NE613/30G+R33к		110	1,6	2,б
NE613/30G+R100к		220		
NE613/30G+R220к		380		

* Баллон этих ламп выполнен из зеленого стекла.
** Напряжение на выводах включенной лампы.

Таблица 2

Наименование индикатора	Сопротивление резистора, кОм, при напряжении сети, В: 110	220	380
NE410/30HB-1; NE613/30HB-1	68...82	220...270	470...560
NE410/30G	39	120	270
NE613/30G	33...39	100...120	220...270

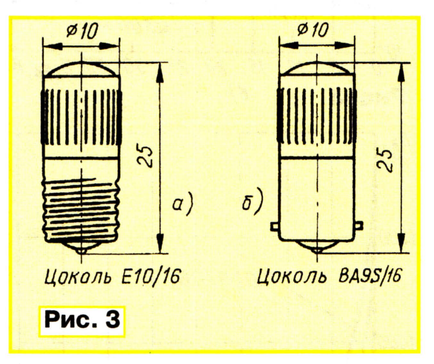


Рис. 3

110/220/380 В, последовательно с ней необходимо включать навесной резистор мощностью 0,25 Вт. Сопротивление такого резистора можно найти в **табл. 2**.

Единичные цокольные газоразрядные индикаторы отличаются от бесцокольных тем, что их стеклянный баллон вмонтирован в металлический держатель—цоколь. Все лампы снабжены токоограничительным резистором, установленным в цоколе. Цоколь и изолированный центральный контакт служат выводами индикатора.

Конструктивно цоколь имеет две модификации — резьбовую для ввинчивания лампы в резьбовой патрон и штифтовую для монтажа в байонетный патрон. В обоих случаях цоколь выполнен глубоким, таким, что баллон в нем утоплен почти полностью (**рис. 3**,а и б). Это обеспечивает повышенную механическую стойкость при эксплуатации. Верхняя по рисунку часть цоколя имеет прямые пуклевки для удобства установки лампы в патрон и демонтажа.

Электроды ламп имеют кольцевую конструкцию. Излучение света — с торца баллона.

Предназначены цокольные индикаторы для работы в пультах управления и системах отображения информации в аппаратуре длительного использования в качестве сменных элементов.

Основные технические характеристики цокольных индикаторов тлеющего разряда указаны в **табл. 3**.

Лампы серии 1028 конструктивно отличаются от ламп серии 1025 только осевой длиной, равной 28 мм.

Единичный газоразрядный индикатор в пластмассовом корпусе серии АСН представляет собой пластиковую арматуру, в которую встроена неоновая лампа. Все индикаторы этой многочисленной серии оснащены встроенным резистором. По конструкции корпуса приборы делятся на две группы — для крепления на панели гайкой и защелками. По способу подключения к источнику напряжения предусмотрены два варианта конструкции — разъемное (втычное) соединение и проволочные выводы для пайки.

Большинство индикаторов имеют торцевое свечение; светящее поле чаще имеет форму круга, но есть разновидности с квадратным полем. Имеется группа (АСПЗ) с боковым свечением. Все индикаторы снабжены светофильтрами красного, зеленого, оранжевого, белого цветов (или бесцветным).

По напряжению питания индикаторы разделены на четыре группы — на 110, 127, 220 и 380 В.

Семейство АСН очень обширно — только число типономиналов достигает сорока, и к каждому предусмотрено большее или меньшее число подтипов, отличающихся видом и цветом светофильтра и предельной верхней температурой эксплуатации (до 150 °С).

Чертежи некоторых характерных конструкций индикаторов представлены на **рис. 4**,а, б и в.

Индикаторы серии АСН используют для световой индикации включения в сеть электроприборов и аппаратов промышленного и бытового назначения — электроплит, электропечей, термошкафов и термостатов, а также в пультах управления заводским электрооборудованием.

Таблица 3

Наименование цокольного индикатора	Основные технические характеристики: Цвет свечения	Рабочее напряжение, В	Рабочий ток, мА	Чертеж (номер рис.)
1025-11/E10	Оранжевый	110...130	2	3,а
1025-12/BA9S				3,б
1025-21/E10		220...240		3,а
1025-22/BA9S				3,б
1025-31/E10		380	1,5	3,а
1025-32/BA9S				3,б
1025-11G/E10	Зеленый*	110...130	2	3,а
1025-12G/BA9S				3,б
1025-21G/E10		220...240		3,а
1025-22G/BA9S				3,б
1028-11/E10	Оранжевый	110...130	2	3,а
1028-12/BA9S				3,б
1028-21/E10		220...240		3,а
1028-22/BA9S				3,б
1028-31/E10		380	1,5	3,а
1028-32/BA9S				3,б
1028-11G/E10	Зеленый*	110...130	2	3,а
1028-12G/BA9S				3,б
1028-21G/E10		220...240		3,а
1028-22G/BA9S				3,б
1028-31G/E10		380	1,5	3,а
1028-32G/BA9S				3,б

* Баллон этих ламп выполнен из зеленого стекла.

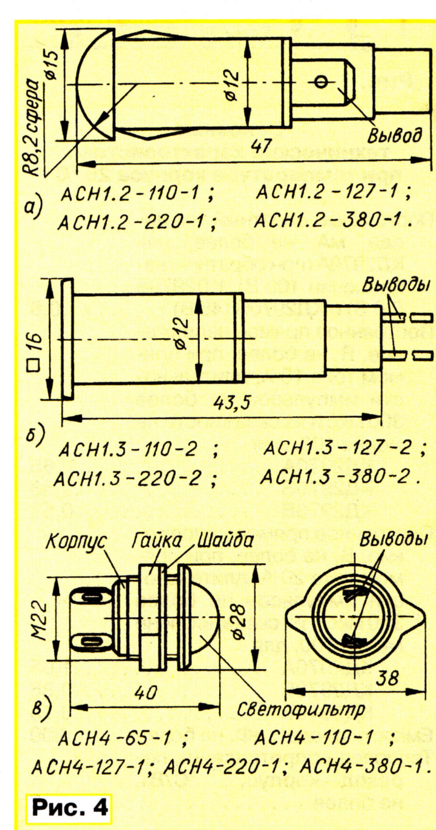


Рис. 4

Материал подготовил
А. ЮШИН

г. Москва

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Диоды Шотки серии КД2970

Мощные кремниевые диоды с барьером Шотки КД2970А, КД2970Б, КД2970В изготавливают по эпитаксиально-планарной технологии. Приборы предназначены для применения в импульсных источниках питания и других узлах аппаратуры широкого применения.

Диоды оформлены в пластмассовом корпусе КТ-28-1 (ТО-220АС) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 1**); масса прибора — не более 2,5 г. Зарубежный аналог диода КД2970А — MBR10100, КД2970Б — MBR1060, КД2970В — MBR1045.

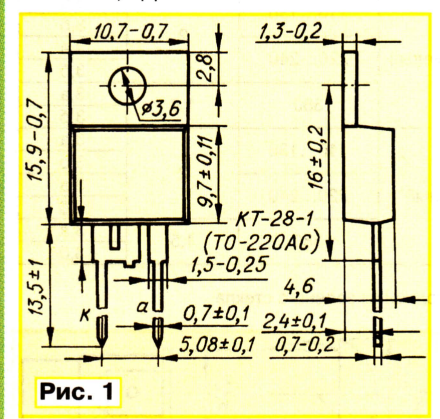


Рис. 1

Основные технические характеристики при температуре корпуса 25 °С

Постоянный обратный ток диода, мА, не более, для КД2970А (при обратном напряжении 100 В), КД2970Б (60 В) и КД2970В (45 В) 0,8

Постоянное прямое напряжение, В, не более, при прямом токе 10 А, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 100, для
- КД2970А 0,85
- КД2970Б 0,68
- КД2970В 0,58

Постоянное прямое напряжение, В, не более, при прямом токе 20 А, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 100, для
- КД2970А 1,05
- КД2970Б 0,86
- КД2970В 0,75

Емкость диода*, пФ, не более 900

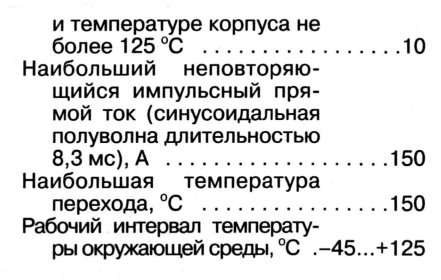
Тепловое сопротивление переход—корпус, °С/Вт, не более .2

* *Справочный параметр.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее постоянное обратное напряжение, В, для
- КД2970А 100
- КД2970Б 60
- КД2970В 45

Наибольший средний прямой ток, А, при скважности импульсов не менее 2



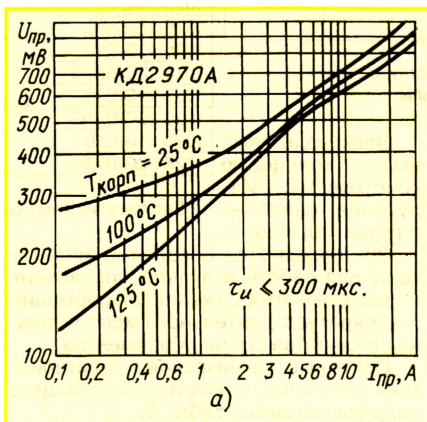
и температуре корпуса не более 125 °С 10

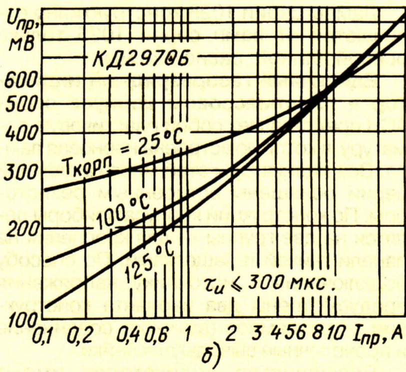
Наибольший неповторяющийся импульсный прямой ток (синусоидальная полуволна длительностью 8,3 мс), А 150

Наибольшая температура перехода, °С 150

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С .–45...+125

Допустимое значение статического потенциала — 200 В (III степень жесткости по ОСТ 11073.062). Условия монтажа и эксплуатации такие же, как у других приборов в корпусе КТ-28-1.





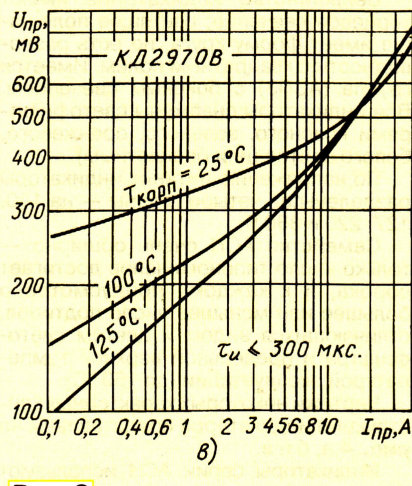
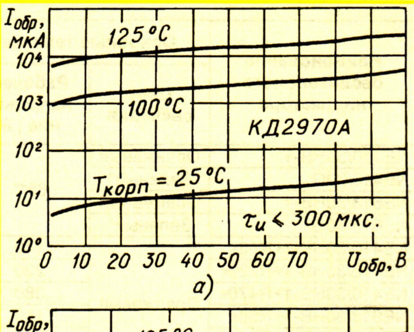
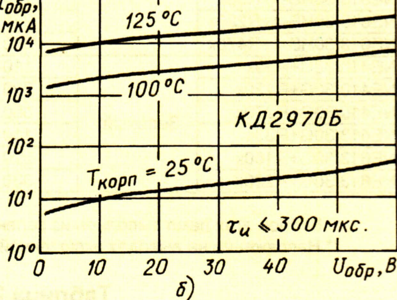


Рис. 2





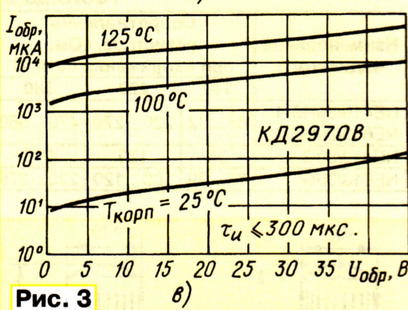


Рис. 3

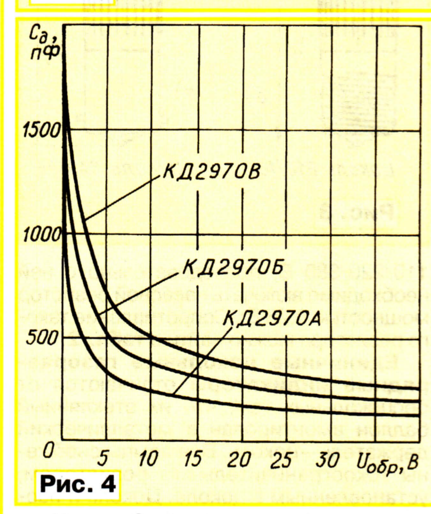


Рис. 4

На рис. 2—4 представлены некоторые типовые графические зависимости параметров диодов КД2970А—КД2970В. На **рис. 2**,а—в изображены прямые ветви вольт-амперных характеристик диодов при трех значениях температуры корпуса, а на **рис. 3**,а—в — обратные ветви при тех же температурных условиях. Изменение емкости диодов с увеличением обратного напряжения показывает **рис. 4**.

Материал подготовил В. КИСЕЛЕВ

г. Минск, Белоруссия

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: mail@radio.ru

РАДИО
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

начинающим

Кружок радиоконструирования Генической райСЮТ

В. СОЛОНЕНКО, г. Геническ, Украина

Геническ — небольшой курортный городок на юге Украины на берегу Азовского моря. Двадцать второй год в нем работает радиокружок, последние двенадцать лет — на базе районной станции юных техников. И все эти годы кружком бессменно руководит Василий Георгиевич Солоненко. По всем вопросам деятельности кружка можно обращаться по адресу: 75500, Украина, Херсонская обл., г. Геническ, ул. Петровского, 119.

Записки руководителя

Геническ находится вдали от радиотехнических центров и радиолюбительских рынков. Поэтому основные источники обеспечения радиодеталями — отработавшая свой срок радиоаппаратура 20...30-летней давности. И тем не менее за годы работы кружка удалось изготовить немало конструкций различного назначения: от детекторного приемника до цифрового частотомера и осциллографа, выполнить некоторые заказы местных промышленных предприятий и медицинских учреждений.

В основу работы нашего коллектива положена программа кружка, описанная в книге Борисова В. Г. Кружок радиотехнического конструирования. — М.: Просвещение, 1986 г. В период организации и становления возникало немало вопросов по форме проведения занятий, найти ответы на которые и развеять многие сомнения помогла пояснительная записка к упомянутой программе. (***Примечание редакции***. Примерная тематика занятий радиокружка первого года обучения была опубликована в "Радио", 1997, № 9, с. 30, 31, а второго года обучения — в "Радио", 1998, № 9, с. 35. В последующих номерах журнала под эти программы приводились различные полезные советы и описания простых конструкций).

Кружковцы первого года обучения требуют особой заботы от руководителя — ведь это дети из разных школ города, с разными способностями, возрастом, уровнем подготовки, желаниями, возможностями посещать кружок регулярно. Руководитель должен учесть особенности каждого ребенка, дать всем возможность изучить программу кружка, получить необходимые навыки, освоить измерительную аппаратуру, усвоить технологические процессы, используемые в кружке, ознакомиться с основными принципами конструирования радиоаппаратуры, дизайном, эргономикой. Руководитель должен развить их любопытство и желания, при-

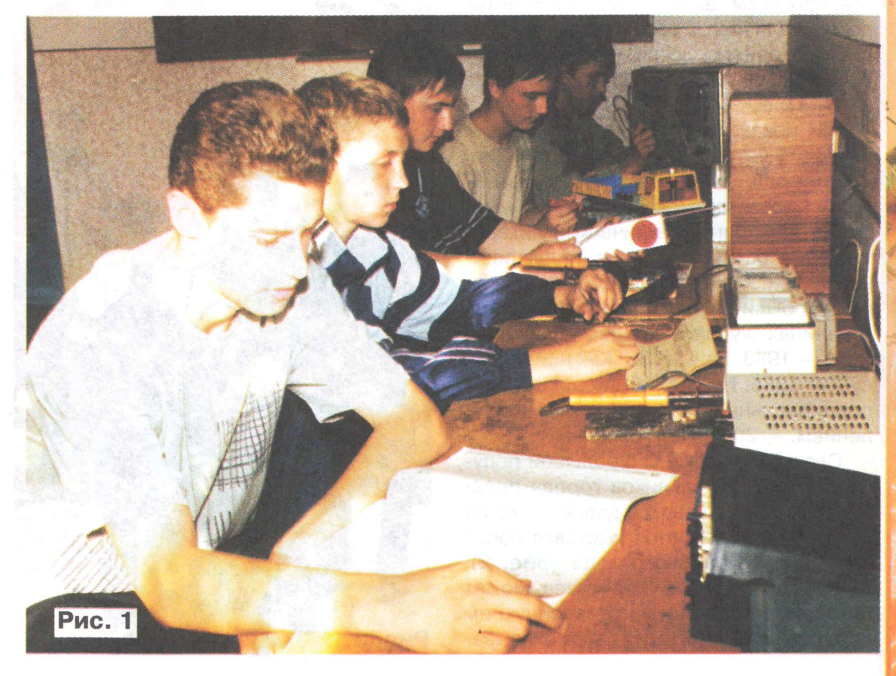


Рис. 1

ведшие в кружок, в устойчивый интерес к занятиям, превратить группу школьников в творческий коллектив.

Как же разрешить противоречия между пропусками кружковцами занятий либо большими опозданиями на них и качеством обучения и воспитания? Во внешкольных учреждениях существуют три формы проведения занятий: групповая, по звеньям и индивидуальная. В зависимости от цели занятия руководитель выбирает наиболее удобную форму. Большинство противоречий



Рис. 2

снимает индивидуальная форма, но заниматься индивидуально одновременно с 10—15 школьниками физически невозможно. Поэтому лучший вариант — позволить каждому школьнику заниматься самостоятельно, получая помощь и подсказку от руководителя. А для этого необходимо заранее подготовить варианты интересных легко повторяемых устройств и предложить "первогодкам" выбрать наиболее интересные для них. К разработке таких вариантов привлекаются кружковцы второго и третьего годов обучения (**рис. 1**).

Как показал наш опыт, наибольший интерес у детей вызывают конструкции, действующие на расстоянии, но, конечно, исключая радиоканал. Изучив многие публикации в технической литературе, мы остановились на индукционной связи. Описания подобных конструкций были опубликованы автором на страницах журнала "Радио" (Индуктофон. — 1983, № 6, с. 33; Как найти "лису". — 1985, № 7, с. 49; Модель с пропорциональным индукционным управлением. — 2001, № 1, с. 49—52).

Следует сказать, что большой популярностью у школьников города пользуются "дни открытых дверей", когда в кружке организуется выставка работ прошедшего учебного года (**рис. 2**), на которой каждый кружковец может показать в действии изготовленную им конструкцию. Многие из работ оказываются потом на конкурсе—защите сначала районного, затем областного, а в заключение — всеукраинского масштабов, и их авторы становятся призерами. Причем призеры областного конкурса—защиты могут поступать по собеседованию в ВУЗы Херсона, всеукраинского конкурса—защиты — в любой ВУЗ Украины. С 1995 г. опытно-конструкторские работы кружка 12 раз отмечались на областном конкурсе—защите научных работ по секции "Электроника и приборостроение".



Рис. 3

Занятия кружка продолжаются и в летний оздоровительный период, правда, в несколько иной форме. Малоподвижная форма занятий в помещении периодически сменяется пребыванием на воздухе и прогулками на колесном паруснике—буере (**рис. 3**), изготовленном кружковцами старшего поколения. Свыше десяти лет школьники ходят под парусом по дорогам Арабатской стрелки. Во время таких походов испытываются индукционные радиостанции, с помощью которых можно также учиться управлять буером.

А теперь пора рассказать о некоторых разработках с применением индукционной связи.

Выбор темы

Кружковцы заинтересовались средствами подводной связи, и мы стали изучать литературу по этой тематике. Читая журнал "Спортсмен-подводник", заметили, что в нем нередко описывают случаи, когда аквалангисты попадают в ситуации, опасные для жизни из-за отсутствия у них средств связи и ориентации. В доступной нам литературе, как правило, рассказывалось о средствах связи, использующих проводимость соленой воды либо работающих на ультразвуке.

В соленой воде дальность связи достигает 70...80 м между аквалангистами и 200...250 м между ними и надводной станцией. Дальность действия ультразвуковых средств связи достигает 400 м. Однако первый вид связи бессилен в пресной воде, а второй — в смешанных средах.

Наиболее подходящий вид связи в подобных условиях, с нашей точки зрения, — индукционный. Поскольку использование микрофонов и телефонов в воде затруднено, мы решили использовать для связи короткие условные сигналы. Причем частота сигналов для связи должна быть равной 3,5 кГц (частота резонанса пьезоизлучателя ЗП-3). Такой выбор позволяет

контролировать качество и дальность связи в экспериментах на слух.

Для экспериментов были изготовлены простые индукционные приемник и передатчик.

Приемник

Поскольку частота приема—передачи выбрана равной 3,5 кГц, то основная часть приемника (**рис. 4**) — усилитель ЗЧ, выполненный на транзисторах VT1—VT3. Ко входу усилителя подключена магнитная антенна WA1, резонансный контур которой L1C1 настроен на частоту 3,5 кГц. С катушки связи L2 принятый сигнал поступает через конденсатор C2 на вход первого каскада усиления, собранного на транзисторе VT1. Резистор R2 выбран сравнительно большого сопротивления для уменьшения тока через транзистор с целью снижения собственных шумов. Режим работы транзистора задает резистор R1, а конденсатор C4, образуя частотозависимую обратную связь, снижает усиление каскада на высших частотах и повышает устойчивость каскада (а значит, и всего усилителя) к самовозбуждению.

С нагрузки первого каскада (резистор R2) сигнал подается через конденсатор C5 на второй (на транзисторе VT2), а с нагрузки того (резистор R4) — через конденсатор C6 — на третий каскад, собранный на транзисторе VT3. Переменная составляющая усиленного сигнала поступает с резистора R7 на пьезоизлучатель ЗП-3 (BF1). На базе этого излучателя изготовлен головной телефон (**рис. 5**), подключаемый к приемнику (разъем не обязателен).

Конденсатор C7, шунтирующий транзистор по высшим частотам, снижает склонность усилителя к самовозбуждению на этих частотах. Такую же цель преследует цепочка R5C3, предотвращающая самовозбуждение через источник питания. Переходные конденсаторы выбраны сравнительно небольшой емкости для ограничения коэффициента усиления на нижних частотах.

В приемнике можно использовать резисторы и конденсаторы любых типов, транзисторы — любые из серий КТ315, КТ3102, источник питания GB1 — батарея "Крона" или аналогичная. Для изготовления магнитной антенны понадобится ферритовый стержень 400НН длиной 200 и диаметром 10 мм от радиоприемников "ВЭФ", "Альпинист". Вместе со стержнем используется и каркас длинноволновой катушки, на который наматывают катушки магнитной антенны: сначала L1 (1000 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм), а поверх нее — L2 (100 витков ПЭВ-2 диаметром 0,27 мм). Корпусом приемника служит школьный пенал.

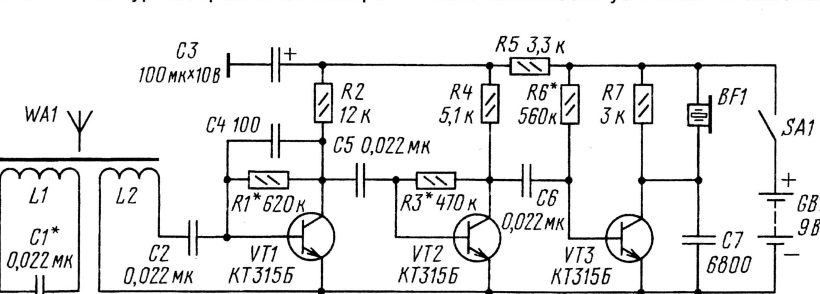


Рис. 4

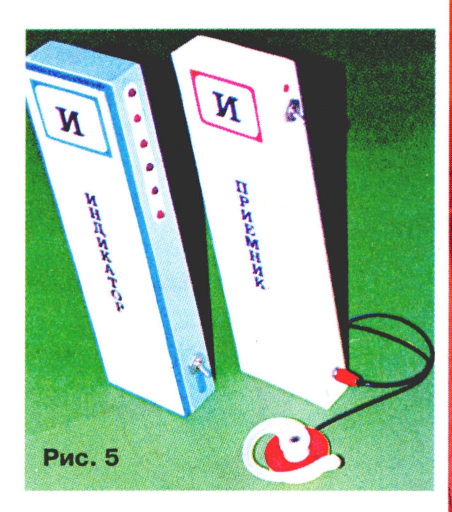


Рис. 5

При настройке приемника сначала подбором резистора R1 добиваются одинакового падения напряжения на резисторе R2 и транзисторе VT1. Такой же результат должен быть и во втором каскаде подбором резистора R3. А вот подбором резистора R6 устанавливают ток коллектора транзистора VT3 равным примерно 3 мА.

Колебательный контур L1C1 настраивают на частоту 3,5 кГц перемещением по ферритовому стержню каркаса с катушками или подбором конденсатора C1.

(Окончание следует)

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Индикаторы постоянного тока и их применение

Н. ТАРАНОВ, г. Санкт-Петербург

При необходимости обеспечения гальванической развязки между контролируемой цепью и устройствами контроля (УК) удобно использовать оптроны. Для этого достаточно вместо светодиода HL1 подключить оптрон, например, как показано на **рис. 6**.

Для согласования выходного сигнала данного ИПТ с цифровыми устройствами контроля применимы триггеры Шмитта. На **рис. 7** показана схема согласования ИПТ с УК на ТТЛ-логике. Здесь +5 В УК — напряжение питания цифровых цепей УК.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2005, № 3

ИПТ с полупроводниковыми ДТ подробно описаны в литературе. Для радиолюбителей представляет интерес использование в ИПТ магнитоуправляемых микросхем типа К1116КП1 [2] (данную микросхему широко применяли в клавиатуре некоторых ЭВМ советского производства). Схема такого ИПТ дана на **рис. 8**.

Обмотка L1 размещается на магнитопроводе из магнитомягкой стали (лучше из пермаллоя), который играет роль магнитного концентратора. Примерный вид и размеры магнитного концентратора показаны на **рис. 9**. Микросхема DA1 помещается в зазор магнитного концен-

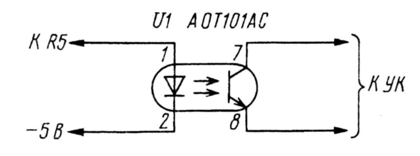


Рис. 6

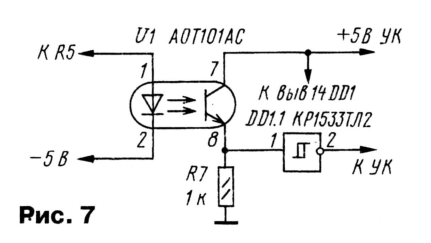


Рис. 7

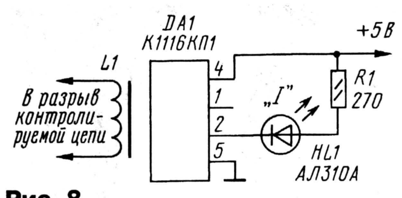


Рис. 8

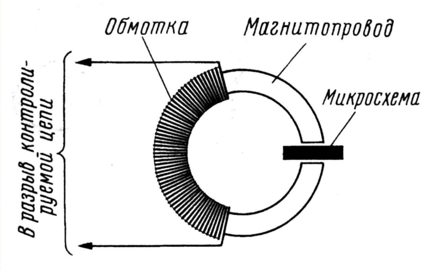


Рис. 9

тратора. При его изготовлении надо стремиться к уменьшению зазора. Были проведены эксперименты с различными магнитопроводами, в частности, применялись кольца, отрезанные от обычных водопроводных труб, выточенные из кернов динамических головок, набранные из шайб трансформаторной стали. Самыми дешевыми и простыми в изготовлении (в любительских условиях) оказались кольца, нарезанные из водопроводных труб диаметром 1/2 и 3/4 дюйма. Кольца отрезались от труб так, чтобы длина кольца равнялась диаметру. Затем эти кольца желательно нагреть до температуры порядка 800 °C и медленно охладить на воздухе (сделать отжиг). Такие кольца практически не имеют остаточной намагниченности и хорошо работают в ИПТ.

Экспериментальный образец имел магнитопровод из водопроводной трубы диаметром 3/4 дюйма. Обмотка наматывалась проводом ПЭВ-2 диаметром 1 мм. При 10 витках I_{min} = 8 А, при 50 витках I_{min} = 2 А. Следует отметить, что чувствительность такого ИПТ зависит от положения микросхемы в зазоре магнитопровода. Это обстоятельство можно использовать для подстройки чувствительности ИПТ.

Наиболее эффективными оказались кольца из кернов от магнитных систем динамических головок, но их изготовление в любительских условиях затруднительно.

Для радиолюбителей несомненный интерес представляют электромагнитные ИПТ на герконах и на токовых реле. ИПТ на герконах надежны и дешевы. Принцип действия таких ИПТ поясняется **рис. 10**,а. Подробнее о герконах можно узнать из [3]. Электрическая схема ИПТ с датчиком тока (ДТ) на герконе показана на рис. 10,б.

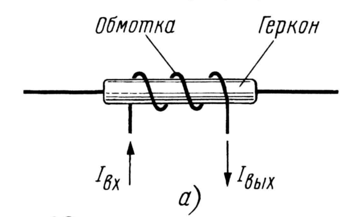
У многих радиолюбителей наверняка найдется старая клавиатура от ПЭВМ советского производства на герконах. Такие герконы прекрасно подходят для реализации ИПТ. Чувствительность ИПТ зависит от:

— числа витков в обмотке (при увеличении числа витков растет и чувствительность);

— конфигурации обмотки (оптимальна обмотка, длина которой примерно равна длине колбы геркона);

— соотношения внешнего диаметра геркона и внутреннего диаметра обмотки (чем оно ближе к 1, тем чувствительность ИПТ будет выше).

Автором проводились эксперименты с герконами КЭМ-2, МК-16-3, МК10-3. Наилучшие результаты по чувствительности показали герконы КЭМ-2. При намотке восьми витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм без зазора ток срабатывания ИПТ равен 2 А, ток отпускания — 1,5 А. Падение напряжения на ИПТ при этом было 0,025 В. Чувствительность данного ИПТ можно регулировать пере-



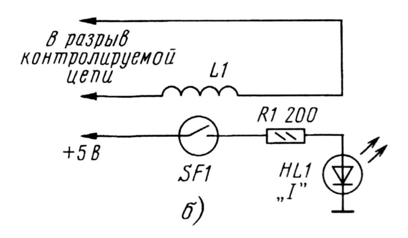
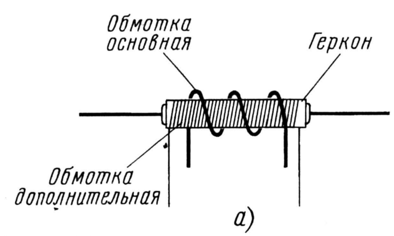


Рис. 10



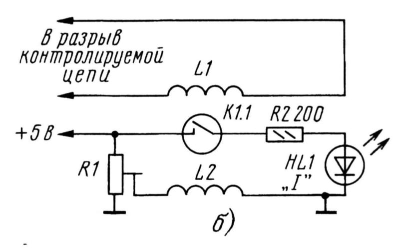


Рис. 11

мещением геркона вдоль продольной оси обмотки. В промышленных ИПТ данного типа геркон перемещается с помощью винта либо помещается в немагнитную втулку с внешней резьбой, которая ввинчивается в катушку с обмоткой. Такой способ регулирования чувствительности не всегда удобен, а в любительских условиях трудновыполним. Кроме этого, данный способ допускает регулировку только в сторону уменьшения чувствительности ИПТ.

Автором был разработан способ, позволяющий изменять чувствительность ИПТ в широких пределах с помощью переменного резистора. При этом способе в конструкцию ДТ вводится дополнительная обмотка из провода ПЭВ-2 диаметром 0,06—0,1 мм с числом витков 200. Эту обмотку желательно намотать прямо на геркон по всей длине его баллона, как показано на **рис. 11**,а. Электрическая схема ИПТ дана на рис. 11,б.

Обмотка L1 — основная, обмотка L2 — дополнительная. Если включить обмотки L1 и L2 согласно, то подстройкой резистора R1 удается повышать чувствительность ИПТ во много раз, по сравнению с вариантом ИПТ, имеющим ДТ без дополнительной обмотки. Если же включить обмотки L1 и L2 встречно, то подстройкой резистора R1 можно уменьшать чувствительность ИПТ во много раз. Был проведен эксперимент с данной схемой при параметрах ее элементов:

— обмотка L1 — 200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,06 мм; намотанных непосредственно на геркон типа КЭМ-2;

— обмотка L2 — 10 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм, намотанных поверх обмотки L1.

Получены следующие значения I_{min}:

— при согласном включении обмоток — 0,1...2 А;

— при встречном включении обмоток — 2...5 А.

ИПТ на реле тока имеют в качестве ДТ электромагнитное реле с низкоомной обмоткой. К сожалению, реле тока весьма дефицитны. Реле тока можно изготовить из обычного реле напряжения путем замены его обмотки на низкоомную. Автором применялся ДТ, изготовленный из реле типа РЭС-10. Обмотку реле аккуратно срезают скальпелем, и на ее место наматывают новую обмотку проводом ПЭВ-2 диаметром 0,3 мм до заполнения каркаса. Чувствительность данного ДТ регулируют подбором числа витков и изменением жесткости плоской пружинки якоря. Жесткость пружинки можно изменять ее подгибанием или стачиванием по ширине. Экспериментальный образец ДТ имел I_{min} = 200 мА, ΔU = 0,5 В (при токе 200 мА).

При необходимости расчетов реле тока можно обратиться к [4].

Электрическая схема ИПТ данного типа показана на **рис. 12**.

Представляют определенный интерес ИПТ с магнитонасыщающимися элементами. В них использовано свой-

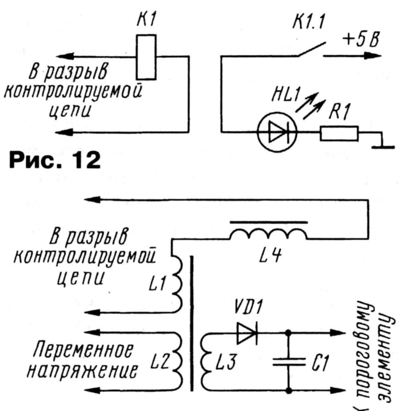


Рис. 12

Рис. 13

ство ферромагнитных сердечников изменять проницаемость при действии на них внешнего магнитного поля. В простейшем случает ИПТ такого типа представляет собой трансформатор переменного тока с дополнительной обмоткой, как показано на **рис. 13**.

Здесь переменное напряжение трансформируется из обмотки L2 в обмотку L3. Напряжение с обмотки L3 детектируется диодом VD1 и заряжает конденсатор C1. Далее оно подается на пороговый элемент. При отсутствии тока в обмотке L1 напряжения, создаваемого на конденсаторе C1, достаточно для срабатывания порогового элемента. При пропускании через обмотку L1 постоянного тока магнитопровод насыщается. Это приводит к уменьшению коэффициента передачи переменного напряжения из обмотки L2 в обмотку L3 и снижению напряжения на конденсаторе C1. При достижении им некоторого значения происходит переключение порогового элемента. Дроссель L4 устраняет проникновение переменного напряжения измерительной цепи в контролируемую, а также устраняет шунтирование измерительной цепи проводимостями контролируемой цепи.

Чувствительность данного устройства можно регулировать:

— подбором количества витков обмоток L1, L2, L3;

— выбором типа магнитопровода трансформатора;

— регулировкой порога срабатывания порогового элемента.

Достоинства устройства — простота реализации, отсутствие механических контактов.

Существенный его недостаток — проникание переменного напряжения из ИПТ в контролируемую цепь (впрочем, в большинстве применений контролируемые цепи имеют блокировочные конденсаторы, что снижает этот эффект). Проникание переменного напряжения в контролируемую цепь уменьшается при увеличении отношения числа витков обмоток L2 и L3 к числу витков обмотки L1 и при увеличении индуктивности дросселя L4.

Экспериментальный образец ИПТ данного типа был собран на кольцевом магнитопроводе типоразмера K10×8×4 из феррита марки 2000НМ. Обмотка L1 имела 10 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,4 мм, обмотки L2 и L3 имели по 30 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм. Дроссель L4 намотан на таком же кольце и имел 30 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,4 мм. Диод VD1 — КД521А. Конденсатор C1 — КМ6 емкостью 0,1 мкФ. В качестве порогового элемента использован один инвертор микросхемы К561ЛН1. На обмотку L2 подавалось напряжение ("меандр") прямоугольной формы частотой 10 кГц и амплитудой 5 В. Данный ИПТ надежно индицировал наличие тока в контролируемой цепи в диапазоне 10...1000 мА. Очевидно, что для расширения диапазона контролируемых токов в сторону увеличения верхней границы необходимо увеличить диаметр провода обмоток L1 и L2, а также выбрать магнитопровод большего типоразмера.

Значительно лучшими параметрами обладает схема ИПТ данного типа, показанная на **рис. 14**.

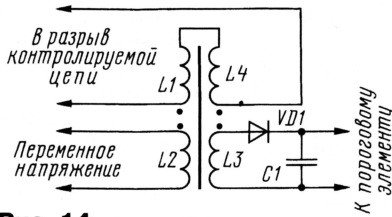


Рис. 14

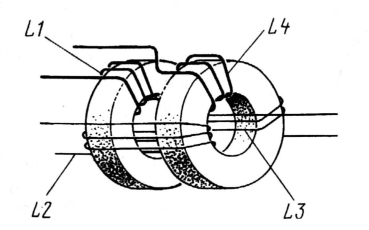


Рис. 15

Здесь магнитопровод трансформатора состоит из двух ферритовых колец, обмотки L1 и L3 намотаны на оба кольца, а обмотки L1 и L4 — на разные кольца так, чтобы наводимые в них напряжения взаимно компенсировались. Конструкция магнитопровода поясняется **рис. 15**. Для наглядности сердечники разнесены, в реальной конструкции они прижаты друг к другу. В ИПТ данного типа практически полностью отсутствует проникание переменного напряжения из измерительной цепи в контролируемую цепь и практически нет шунтирования измерительной цепи проводимостями контролируемой.

Был изготовлен экспериментальный образец ИПТ, схема которого показана на **рис. 16**.

На инверторах D1.1—D1.3 собран генератор импульсов большой скважности (применение таких импульсов существенно снижает энергопотребление ИПТ). При отсутствии возбуждения в провод, соединяющий выводы 2, 3 микросхемы с резисторами R1, R2 и конденсатором C1, следует включить резистор сопротивлением 10...100 кОм.

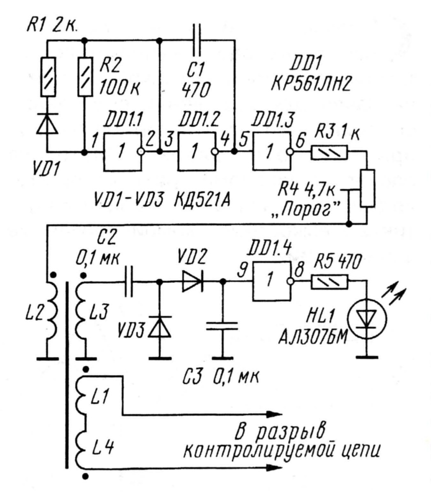


Рис. 16

Элементы C2, C3, VD2, VD3 образуют выпрямитель с удвоением напряжения. Инвертор D1.4 совместно со светодиодом HL1 обеспечивает пороговую индикацию наличия импульсов на выходе трансформатора (обмотка L3).

В этом ИПТ были использованы ферритовые кольца марки ВТ (применяются в ячейках памяти ЭВМ) размерами 8×4×2 мм. Обмотки L2 и L3 имеют по 20 витков провода ПЭЛ-2 диаметром 0,1 мм, обмотки L1 и L4 — по 20 витков провода ПЭЛ-2 диаметром 0,3 мм.

Данный образец уверенно индицировал наличие тока в контролируемой цепи в диапазоне 40 мА...1 А. Падение напряжения на ИПТ при токе в контролируемой цепи 1 А не превышало 0,1 В. Резистором R4 можно регулировать порог срабатывания, что позволяет использовать данный ИПТ в качестве элемента схем защиты устройств от перегрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Яковлев Н.** Бесконтактные электроизмерительные приборы для диагностирования электронной аппаратуры. — Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1990.

2. Микросхемы серии К1116. — Радио, 1990, № 6, с. 84; № 7, с. 73, 74; № 8, с. 89.

3. Коммутационные устройства радиоэлектронной аппаратуры. Под ред. Г. Я. Рыбина. — М.: Радио и связь, 1985.

4. **Ступель Ф.** Расчет и конструкция электромагнитных реле. — М.: Госэнергоиздат, 1950.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Расчет сглаживающего фильтра выпрямителя

В. ПЕРШИН, г. Ильичевск-4 Одесской обл., Украина

Этим материалом мы заканчиваем цикл из трех статей автора, посвященных расчету элементов сетевых блоков питания.

Сглаживающий фильтр включают между выходом выпрямителя источника питания и нагрузкой. Он предназначен для выделения постоянной составляющей из пульсирующего выпрямленного напряжения. Методика расчета трансформатора и выпрямителя была дана в [1, 2]. Различают индуктивные, емкостные и комбинированные фильтры (**рис. 1**).

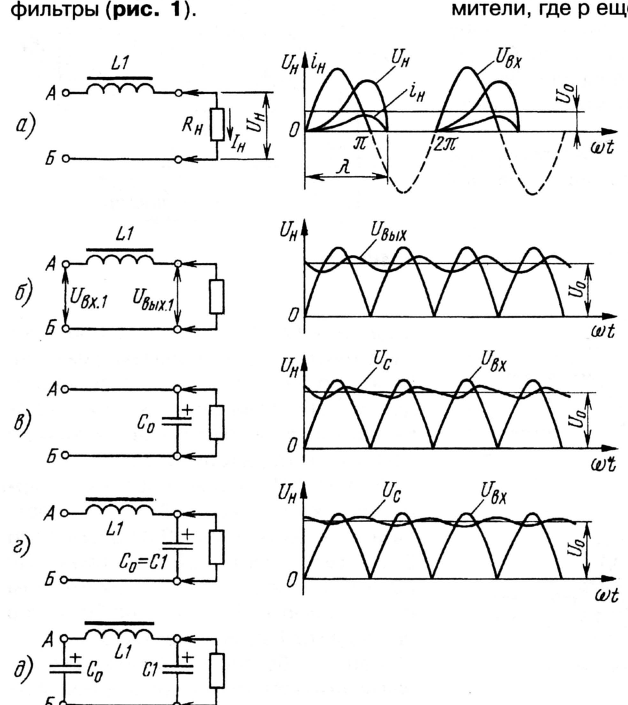


Рис. 1

Индуктивный фильтр применяют в источниках питания большой мощности, когда требуются большие токи при малом сопротивлении нагрузки. Он представляет собой дроссель с индуктивностью L, включенный последовательно с нагрузкой. Эпюры тока $i_н$ и напряжения на нагрузке $U_н$ при однополупериодном выпрямлении (рис. 1,а) показывают, что длительность протекания импульса тока λ превышает длительность полупериода выпрямленного напряжения $U_{вх}$. Для устранения провалов напряжения на нагрузке и уменьшения пульсаций необходимо, чтобы индуктивное сопротивление дросселя X_L на частоте основной гармоники выпрямленного напряжения было намного больше сопротивления нагрузки:

$X_L = p\omega L >> R_н$,

где $\omega = 2\pi f$ — угловая частота переменного тока до выпрямления; p — отношение частоты основной гармоники пульсаций выпрямленного напряжения к частоте переменного напряжения на входе выпрямителя. При однополупериодном выпрямлении p = 1, при двухполупериодном — p = 2. Трехфазные выпрямители, где p еще больше, радиолюбители применяют редко. Эпюры входного и выходного (на нагрузке) напряжений при двухполупериодном выпрямлении и при соблюдении указанного условия показаны на рис. 1,б.

Емкостный фильтр применяют при относительно большом сопротивлении нагрузки, в основном в источниках питания малой мощности. В радиолюбительской практике этот фильтр получил наибольшее распространение, так как содержит один конденсатор C_0, обычно оксидный, большой емкости, подключенный параллельно нагрузке (рис. 1,в). Пульсации напряжения на конденсаторе, а следовательно, и на нагрузке ($U_c = U_н$) уменьшаются при соблюдении условий:

$X_c = 1/p\omega C << R_н$; $X_c << R_в$,

где X_c — емкостное сопротивление конденсатора; $R_в$ — выходное сопротивление выпрямителя. Чем "сильнее" выполняется первое неравенство, тем меньшая часть переменных составляющих тока протекает через нагрузку, а чем "сильнее" второе неравенство, тем меньше падение напряжения переменных составляющих на нагрузке.

При особо жестких требованиях к фильтрации используют LC-фильтры, Г-образные (рис. 1,г), П-образные (рис. 1,д) и многозвенные. Принцип действия всех фильтров основан на том, чтобы элемент, включенный последовательно с нагрузкой, не пропускал переменную составляющую тока, но свободно пропускал постоянную, а элемент, включенный параллельно нагрузке, хорошо пропускал переменную составляющую, но не пропускал постоянную.

Эффективность сглаживания фильтром пульсаций характеризует коэффициент сглаживания q, равный отношению амплитуд первых гармоник напряжения пульсаций на входе и выходе фильтра:

$q = U_{вх1}/U_{вых1}$.

На входе фильтра, в точках АБ (рис. 1), коэффициент пульсаций $K_{п0}$ равен отношению переменной составляющей к постоянной:

$K_{п0} = U_{вх1}/U_0$, $U_{вх1} = K_{п0} \cdot U_0$.

На выходе первого звена фильтра коэффициент пульсаций $K_{п1}$ будет:

$K_{п1} = U_{вых1}/U_0$, $U_{вых1} = K_{п1} \cdot U_0$.

Подставляя эти значения в формулу для q, получаем коэффициент сглаживания для первого звена фильтра:

$q_1 = K_{п0} \cdot U_0/K_{п1} \cdot U_0 = K_{п0}/K_{п1}$.

Рассуждая аналогично, получаем общий коэффициент сглаживания многозвенного фильтра:

$q_{общ} = q_1 \cdot q_2 \cdot \ldots \cdot q_n = K_{п0}/K_{пn}$.

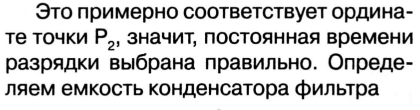
Для различных радиотехнических устройств требуются источники питания с разными требованиями в отношении пульсаций. Так, например, для мощных двухтактных усилителей бывают допустимы пульсации до нескольких процентов от выпрямленного напряжения, в то время как для предварительных усилителей, входных каскадов, задающих генераторов и гетеродинов пульсации не должны превосходить сотых и тысячных долей процента. Чаще всего эти устройства, учитывая их малый потребляемый ток, питают через дополнительные сглаживающие RC-фильтры или стабилизаторы напряжения на полупроводниковых приборах. RC-фильтр выполняют по схеме рис. 1,г, но дроссель L1 заменяют резистором. Система фильтрации с емкостным фильтром (рис. 1,в) и последующим стабилизатором напряжения, ввиду ее конструктивной простоты, получила в радиолюбительской практике наибольшее распространение.

Емкостный сглаживающий фильтр. К сожалению, в литературе [3, 4] приводятся слишком сложные для любительских расчетов формулы. Облегчить расчет удается, пользуясь неравенствами, приведенными выше. Проанализируем работу фильтра.

В емкостном фильтре двухполупериодного выпрямителя (рис. 1,в) к точкам АВ приложено пульсирующее напряжение $U_{вх}$. Однако диоды выпрямителя открыты только в течение части полупериода $U_{вх}$ (см. эпюры напряжений), и в это время происходит зарядка конденсатора C_0. Постоянная времени зарядки будет

$\tau_з = R_в C_0$.

Внутреннее сопротивление выпрямителя включает прямое сопротивле-



ние диодов R_i и сопротивление трансформатора питания $r_{тр}$. В мостовой схеме выпрямителя последовательно включены два открытых диода, поэтому

$R_в = 2R_i + r_{тр}$.

Сопротивление трансформатора состоит из активного сопротивления вторичной обмотки r_2 плюс приведенное (пересчитанное ко вторичной через коэффициент трансформации k) сопротивление первичной обмотки r_1:

$r_{тр} = r_2 + r_1/k^2$.

Подставляя $r_{тр}$ в выражение для $R_в$, получаем (для мостового выпрямителя)

$R_в = 2R_i + r_2 + r_1/k^2$.

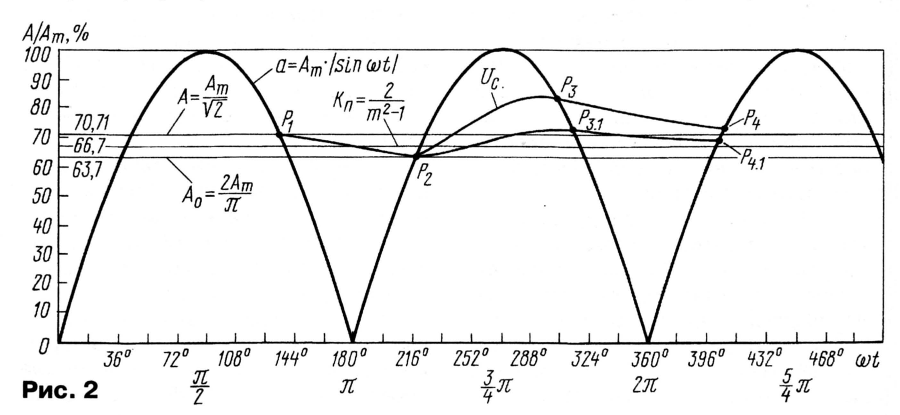


Рис. 2

Внутреннее сопротивление для однополупериодного и двухполупериодного (с двухсекционной вторичной обмоткой трансформатора) выпрямителей, где ток проходит лишь через один диод, будет несколько меньше:

$R_в = R_i + r_2 + r_1/k^2$.

Определив параметры зарядной цепи, рассмотрим процесс разрядки. Заряженный конденсатор C_0 разряжается только через сопротивление нагрузки $R_н$, и постоянная времени цепи разрядки оказывается равной

$\tau_р = R_н C_0$.

В качестве примера используем рассчитанные ранее [1, 2] сопротивления обмоток трансформатора r_1 = 18,5 Ом, r_2 = 0,52 Ом, коэффициент трансформации k = 8,54, прямое сопротивление диода R_i = 0,167 Ом. Находим $R_в$ = 1,1 Ом, сопротивление нагрузки также известно, $R_н$ = 11 Ом. Емкость C_0 теперь можно оценить, используя вышеприведенные неравенства, а величину пульсаций можно найти, построив графики зарядки и разрядки конденсатора.

График функции $a = A_m|\sin\omega t|$ приведен на **рис. 2**. По вертикали отложены мгновенные значения двухполупериодно выпрямленного напряжения в процентах по отношению к амплитудному значению. Тонкими горизонтальными прямыми обозначены действующее значение $A_m/\sqrt{2} = 0{,}7071A_m$ и среднее значение (постоянная составляющая) $2A_m/\pi$ выпрямленного напряжения. По горизонтали отложена текущая фаза ωt в градусах и в радианах. С равным успехом можно отложить и время, памятуя, что период сетевого напряжения с частотой 50 Гц длится 20 мс, поэтому точка 180° соответствует интервалу времени 10 мс, 360° — 20 мс и т. д. Деления горизонтальной оси нанесены через 18° или 1 мс.

Предположим, для примера, что конденсатор подзаряжается в течение каждого полупериода до напряжения 70,7 % от амплитудного (точка P_1), а между импульсами подзаряда разряжается до напряжения 63,7 % (точка P_2). Напряжение пульсаций в этом случае составит примерно 7/2 = 3,5 %, среднее значение сглаженного напряжения 67,2 %, а коэффициент пульсаций 3,5/67,2 = 0,05. Учитывая, что для выпрямленного, но не сглаженного напряжения коэффициент пульсаций равен 0,67, коэффициент сглаживания q составит 0,67/0,05 = 13,4.

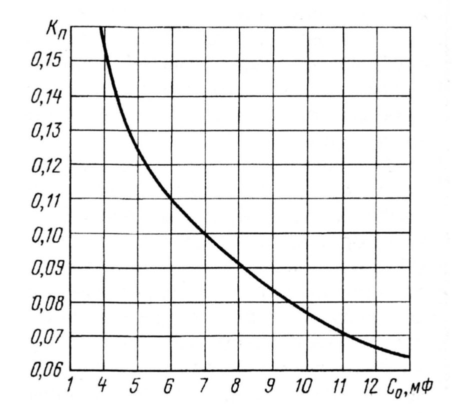


Рис. 3

Чтобы уменьшить коэффициент пульсаций на выходе фильтра, надо постоянную разрядки выбрать намного больше длительности полупериода, например, $\tau_р$ = (4...5)T/2, т. е. 40...50 мс. Выберем $\tau_р$ = 44 мс. По графику рис. 2 определяем время разрядки t (интервал между точками P_1 и P_2), равное 4,7 мс. Разрядка конденсатора на сопротивление нагрузки происходит по закону:

$$U_2 = U_1 e^{-t/\tau_р};\quad U_2 = 70{,}7e^{-4{,}7/44} = 63{,}55.$$

Это примерно соответствует ординате точки P_2, значит, постоянная времени разрядки выбрана правильно. Определяем емкость конденсатора фильтра

$C_0 = \tau_р/R_н = 44\cdot10^{-3}/11 = 4000$ мкФ.

В действительности выходное напряжение на конденсаторе никоим образом не "привязано" ни к эффективному, ни к среднему значению, обозначенным на рис. 2, и может изменяться в значительных пределах в зависимости от емкости конденсатора и сопротивления нагрузки. Если бы зарядка конденсатора происходила от источника с постоянным напряжением U и некоторым внутренним сопротивлением $R_в$, то напряжение на конденсаторе изменялось бы по закону:

$U_c = U(1 - e^{-t/\tau_з})$, где $\tau_з = R_в C_0$.

Как видно из рис. 2, зарядка начинается, когда синусоидальное напряжение становится равным мгновенному напряжению на конденсаторе и открываются диоды выпрямителя (точка P_2). Далее ток зарядки растет, достигает некоторого максимума и вновь спадает до нуля (точка P_3), поскольку он равен разности напряжений $U_m|\sin\omega t| - U_c$, деленной на внутреннее сопротивление $R_в$. Аналитическое выражение для U_c получается сложным. В нашем примере зарядка заканчивается при напряжении на конденсаторе (точка P_3), равном 83,5 % от A_m. Отсюда начинается новая разрядка, которая заканчивается в точке P_4 (73,3 %). Если увеличить $\tau_з$, кривая напряжения на конденсаторе пойдет иначе, через точки $P_{3.1}$ и $P_{4.1}$. Продолжая построение кривых в течение нескольких полупериодов, удается найти установившееся значение среднего напряжения на конденсаторе. Оно зависит от сопротивления нагрузки, увеличиваясь с его ростом. При отключении нагрузки напряжение достигает 100 % A_m.

Автор просчитал коэффициент пульсаций в зависимости от емкости сглаживающего конденсатора для рассматриваемого примера (**рис. 3**). По горизонтальной оси отложена емкость конденсатора C_0 в миллифарадах (тысячах микрофарад). Оптимальной емкостью следует считать такую, которая соответствует середине изгиба кривой, поскольку дальнейшее увеличение емкости лишь незначительно уменьшает пульсации, но невыгодно по габаритам и стоимости. В нашем случае это будет 8000 мкФ, и соответствующий коэффициент пульсаций — 0,09.

Для выбранных $R_в$ = 1,1 Ом и $R_н$ = 11 Ом постоянные времени равны: $\tau_з$ = 8,8 мс и $\tau_р$ = 88 мс. Отношение $\tau_р$ к периоду переменного напряжения T частотой 50 Гц составит: $\tau_р/T$ = 4,4. Подставляя сюда $\tau_р = R_н C_0$ и T = 1/f, получаем

$C_0 = 4{,}4/(R_н f)$.

Эта формула годится для любых частот (в герцах) и сопротивлений нагрузок (в омах). Ответ получаем в фарадах.

Порядок расчета емкостного сглаживающего фильтра.

1. Выписываем исходные данные:

– U_2 = 26 В — действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора;

– $R_н$ = 11 Ом — активное сопротивление нагрузки;

– r_1 = 18,5 Ом — активное сопротивление первичной обмотки;

– r_2 = 0,52 Ом — активное сопротивление первичной обмотки;

– R_i = 0,167 Ом — прямое сопротивление диода;

– k = 8,54 — коэффициент трансформации.

2. Определяем внутреннее сопротивление выпрямителя:

$$R_в = 2R_i + r_2 + r_1/k^2 = 2\cdot 0{,}167 + 0{,}52 + 18{,}5/(8{,}54)^2 = 1{,}1 \text{ Ом}.$$

3. Определяем оптимальную емкость конденсатора сглаживающего фильтра:

$$C_0 = 4{,}4/(R_н f) = 4{,}4/11\cdot 50 = 0{,}008 \text{ Ф} = 8000 \text{ мкФ}.$$

4. Находим емкостное сопротивление конденсатора фильтра на частоте первой гармоники выпрямленного напряжения:

$$X_c = 1/p\omega C = 1/2\cdot 2\cdot 3{,}14\cdot 50\cdot 0{,}008 = 0{,}19 \text{ Ом}$$

и проверяем условие $X_c << R_в$:

$R_в/X_c$ = 1,1/0,19 = 5,8 раза — выполнено.

5. По графику рис. 3 определяем коэффициент пульсаций:

$K_п$ = 0,091.

6. Вычисляем коэффициент сглаживания:

$$q = K_{п0}/K_{п1} = 0{,}67/0{,}0091 = 7{,}36.$$

7. Выбираем рабочее напряжение конденсатора $U_р$ из условия

$$U_р > U_m;\quad U_m = U_2\cdot\sqrt{2} = 26\cdot 1{,}41 = 36{,}8 \text{ В}.$$

Конденсатор надо взять на рабочее напряжение 40...50 В (можно и на большее, но возрастут габариты всего источника питания).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Першин В.** Расчет сетевого трансформатора источника питания. — Радио, 2004, № 4, с. 54—56; № 5, с. 55.

2. **Першин В.** Расчет выпрямителя источника питания. — Радио, 2004, № 10, с. 54—56.

3. **Тетельбаум Я.** Расчет емкостного фильтра. — Радио, 1964, № 1, с. 47, 48.

4. **Виноградов Ю. В.** Основы электронной и полупроводниковой техники. — М.: Энергия, 1968.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Полезные "забавы"

П. МИХАЙЛОВ, г. Москва

Многие из нас с детства помнят школьный курс электротехники, содержавший, в частности, информацию об устройстве гальванических элементов. Сегодня, когда химические источники тока достаточно дороги, есть смысл немножко вспомнить историю и обеспечить слаботочную домашнюю технику в буквальном смысле бесплатным и "вечным" питанием.

Для создания простейшего, но вполне работоспособного элемента нужен любой устойчивый сосуд (для электролита) и пара металлических пластин или стержней из разнородных металлов. Вариантов может быть множество, поэтому ограничимся рассмотрением лишь некоторых из них.

1. В емкость из изолирующего материала (например, в стакан или отрезок пластиковой бутылки) заливают электролит, в качестве которого подойдет раствор поваренной соли, лимонной (или любой другой) кислоты, пищевой (9%-ный) уксус и т. п. Соли или кислоты берут (ориентировочно) из расчета 1...2 чайных ложки (5...10 мл) на стакан (200 мл) электролита, а пищевой уксус (не эссенцию!) можно вообще не разбавлять. Внутрь сосуда помещают изолированные друг от друга электроды — разнородные металлические стержни (пластины). Металлы можно применять практически любые: медь, железо, цинк, алюминий и даже олово.... К электродам пайкой или сваркой прикрепляют соединительные провода, а сам элемент закрывается крышкой. Простой, надежный и долгосрочный источник питания готов!

2. Сосуд может быть и металлическим (вплоть до консервной банки из луженой жести, с внутренней поверхности которой удален слой защитного лака). Его заполняют электролитом, и при этом он сам служит одним из электродов. В качестве второго электрода используются помещенный в центр сосуда стержень или пластина, выполненные из какого-нибудь другого металла. Понятно, что центральный электрод не должен соприкасаться с дном или стенками сосуда. Дальше все делают аналогично тому, как описано выше: прикрепляют провода, закрывают элемент крышкой и — пользуются! Следите только, чтобы электролит не "проел" банку насквозь и не вылился на что-нибудь ценное.

3. Автору этих строк удавалось делать элементы питания из... лимонов и даже яблок! Для этого в плоды в качестве электродов были воткнуты железный гвоздь и медный стержень от электропаяльника. Пара таких элементов, соединенных последовательно, в течение довольно долгого времени успешно питали небольшие настенные электронно-механические, а затем и кварцевые часы. Практика показала, что "цитрусовые" элементы работают лучше, поскольку в них выше концентрация лимонной кислоты, а прочная оболочка (кожура) препятствует быстрому высыханию. Кстати, подсыхающий цитрусовый плод можно освежить, сделав ему с помощью шприца "инъекцию" 1...2 куб. см воды. От высыхания помогает также покрытие поверхности плода расплавленным воском, парафином или стеарином.

4. Еще в начале 60-х годов прошедшего века журнал "Радио" описал устройство так называемой "земляной батареи" [1, 2]. Суть данной конструкции заключается в том, что в землю на небольшом расстоянии друг от друга втыкают (вбивают) два штыря из разнородных металлов, служащих электродами, к которым прикрепляют токонесущие провода. Если почва обладает достаточной щелочностью (кислотностью) и влажностью, то больше ничего делать не надо. Если земля нейтральная и (или) сухая, ее следует периодически увлажнять, поливая "батарею" электролитом (или просто водой). Хорошо и то, что такая "батарея" является неплохим заземлением.

Описанные выше элементы в последовательном, параллельном или смешанном соединении способны, как уже сказано, вполне устойчиво питать маломощные электро- и радиоприборы, например, осветительные устройства на светодиодах, детекторные приемники с одним или двумя каскадами усиления и т. д.

Автор умышленно не дает исчерпывающих рекомендаций и описаний, поскольку на параметры самодельных элементов питания (ЭДС, отдаваемый ток, внутреннее сопротивление) влияет целый ряд факторов — прежде всего, химических (в том числе: сочетание конкретных металлов, состав и плотность электролита, размеры электродов, расстояние между ними...). Но в любом случае это и интересно, и полезно, и выгодно, так что экспериментируйте!

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жариков Ф.** Приемник питается от "земляной" батареи. — Радио, 1962, № 7, с. 47.

2. **Ногин В., Усов П.** Приемники с питанием от "земляной" батареи. — Радио, 1963, № 10, с. 48 — 50.

Редактор — В. Поляков

РАДИО о связи

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru

При содействии Союза радиолюбителей России

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Вспоминая друзей и наставников

Уже не один год редакция журнала "Радио" проводит соревнования "Память". Но это не спортивное мероприятие в классическом понимании спорта (годы, очки, секунды), а скорее дружеские встречи в эфире, на которых радиолюбители вспоминают своих коллег, друзей и наставников. И здесь важен не результат, а именно сам факт участия. Именно по этой причине, в отличие от соревнований и дней активности, в "Памяти" хоть и подводятся итоги, но нет ни медалей, ни призов — ими нельзя измерить память сердца. А есть памятные дипломы журнала как знак уважения к тем, кто откликнулся на наш призыв не быть "иванами, не помнящими родства".

В прошедших соревнованиях известный DX-мен и контестмен Виктор Кравченко (UA6AF) работал в память о UA6CF.



Виктор Кравченко (UA6AF) работал в память о UA6CF.

Вот что он написал в редакцию.

"Соревнования "Память" — это больше, чем соревнования, и результат в них не главное. Главное — вспомнить своих друзей, наставников и поработать "вместе" с ними...

Я впервые участвовал в соревнованиях "Память", и мне было очень приятно работать "в команде" с очень рано ушедшим от нас UA6CF — моим другом, наставником, советчиком, судьей. Такая "совместная" работа в корне отличается от уже известного стиля работы "за того парня"...

А вот еще строки из писем участников.

"Связей мы провели немного, но что это были за связи! С таким трудом они нам давались — сказывалось отсутствие хороших антенн. Дети кричали в микрофон до хрипоты. Но зато, когда кто-то отвечал, то раздавались дружные крики "Ура!". Надо видеть горящие глазенки детей (10, 12 и 13 лет), чтобы проникнуться уважением к этому действу. Подробно изучили положение, несколько раз переданное на "круглых столах", поэтому особых неожиданностей не было." — RZ6LWY—RK6ML.

"В июле трагически погиб Бутусов Валерий Иванович (RW3RW) — мастер спорта по радиосвязи на УКВ. Его советы помогли мне провести мои первые метеорные QSO и связи через Луну, освоить диапазон 1296 МГц. Он был заядлый ультракоротковолновик, я решил хотя бы работой на КВ в этих соревнованиях почтить память товарища и наставника." — UA3RBO (ex UA9CTE).

"С удовольствием поработал в соревнованиях "Память" и "Старый Новый год". Оба они — для души, получаешь удовольствие. Спасибо вам за организацию таких соревнований от старых радиолюбителей." — UA3WX.

"Спасибо редакции журнала "Радио" за инициативу напомнить нам о тех, кто уже не с нами...". — UA2FA.

Итоги "Памяти" приведены в **таблице**, где названы позывной участника, позывной SK (у работавших за SK), число связей и число очков.

Индивидуальные радиостанции, работавшие за себя и за SK

CW				
1	RT3T	RZ3TT	126	10708
2	RA3XA	U3FI	119	10188
3	UU2JA	UB5SP	98	8649
4	UA3RBO	RW3RW	90	8329
5	UA3DMO	RX3DQD	86	7990
6	RW3XZ	UA3XZ	86	7977
7	EU6AA	EV6A	84	7243
8	UA9CM	UA4CF	71	6422
9	RV9UD	UA0CBY	66	5721
10	UA9OA	U9OU	64	5696
11	UA3QG	RN3OS	61	5266
12	UT5JAB	UU9JB	56	5171
13	UA1HS	UW1BQ	58	5158
14	RX3DVF	RX3DRB	50	4638
15	UA9MFB	UA9NM	51	4603
16	UN7EX	UT0LU	51	4443
17	UA9MGC	UA9NM	51	4378
18	UA9XS	UA9XP	45	4257
19	UA3DEE	RA3DOF	46	4216
20	UA9CBM	UA9CT	47	4157
21	UA4SX	UA4TO	37	3241
22	RA3WDK	U3WU	38	3127
23	RW4AD	UA4BM	31	2777
24	UA4SD	UA4SV	24	2360
25	RU2FM	RV1CW	25	2102
26	UN7EP	UT0LU	13	1368
SSB				
1	RN3ZC	RD3ZI	162	13572
2	RV9XO	UA9XWG	115	10030
3	UA3MM	UA3MMH	96	8168
4	UA4FEL	U4FS	76	6777
5	RU2FL	UA2AO	72	6542
6	RV9XJ	UA9XD	77	6505
7	UA6UEK	U6UF	75	6459
8	RA9XF	UA9XP	76	6366
9	UA9UDX	UA0ZI	75	6279
10	US0YW	UB5YT	76	6208
11	RA1QO	U1SX	65	6025
12	RA4CSP	UA4CH	69	5983
13	RA9WU	UA0JD	61	5223
14	RV9CQ	RA9CPI	63	5094
15	RK3ZF	RU3ZP	52	4836
16	RA9UAD	UA9VB	51	4487
17	UA2FA	UA2AJ	45	4416
18	UA3LHL	UA3-155-28	47	4229
19	UN7BBD	UL7BB	46	4150

20	RW3VZ	UA3VCS	44	3902
21	UA9SH	UA9TB	46	3892
22	UA3WI	UA3VCS	42	3696
23	UA3ABR	UA3CA	44	3360
24	RX9FR	UA9FCM	36	3153
25	RU4AO	UA4AHD	36	3051
26	RZ9UF	RA9UBA	33	2770
27	R9XA	RA9XO	29	2710
28	UA0WI	UA0WC	29	2368
29	RW4HO	UA4IF	14	1226
30	RW9UEW	UA9VB	14	1218
31	RV3YR	R3YR	20	1102
32	EW8MM	EW8OB	11	838
33	4Z5KZ	UC2BF	4	219

Mixed

1	UA6AF	UA6CF	268	22741
2	RA1AR/3	UA1DZ	201	16823
3	UA3MIF	UA3MIH	162	14489
4	RA9DZ	RA9YJ	150	12866
5	UA3WW	UT5HP	132	11708
6	EW7KR	EW7CR	115	9913
7	EW7KR	EW7CR	115	10099
8	RN4SS	UA4SV	105	9363
9	RU3AT	RW3DS	105	8838
10	RV4LC	UA2DM	100	8800
11	RA3UAG	UA3UAX	100	8642
12	RK1NA	RN1NBB	96	8391
13	UA3VLO	UA6XDI	85	7277
14	UA3WT	UZ3WT	87	7262
15	EW6OO	EU6TV	65	5719
16	UA9AX	RV9BB	64	5673
17	UA0DW	UA0EJ	54	5139
18	UA9FGJ	RU9GD	44	4045
19	UA9MAE	UA9NM	44	3667
20	UA9UCK	UW9VC	37	3385
21	UA9XO	UA9XGC	39	3372
22	UN7FW	U7FA	25	2047
23	RK9YXP	RA9YS	27	2044
24	UA4AD	UW4AS	15	1486
25	UA3AKI	UA3AOW	16	1404
26	RW9UIK	UA9UN	15	1133

Коллективные радиостанции, работавшие за себя и за SK

SSB

1	RW3WWW	U3WU	82	7087
2	RK9XXS	UA9XMH	79	6526
3	RK3SWC	RV3SAK	68	5694
4	RK9SWM	RA9SPV	57	4589
5	RZ6LWY	RA6LFX	48	4480
6	RZ9UZP	UA9VB	35	3502
7	UN8IRR	UN7IE	22	3100
8	RK9MWL	UA9MH	30	2285
9	RK9XXX	UA9XSL	18	1552

Mixed

1	UV2L	UT8LL	190	16267
2	RZ9UWZ	U9UU	157	13689
3	RK3WWA	UA3WZ	141	12187
4	EW8WW	EW8OB	126	10617
5	RK9QWM	UA1OJ	108	9790
6	UA9UWA	UA9UN	102	8408
7	UA9UWM	UA9VB	49	4204
8	RV6AWY	RN6CO	50	3818
9	RK0QWA	UA0QFO	39	3787

Радиостанции с одним оператором

CW

1	RW4PY	127	11139
2	RD4WA	123	10723
3	RK4HD	96	8643
4	RZ9OJ	78	7054
5	YL3DX	68	6134
6	RA9FLW	72	6124
7	RD3AD	46	4293
8	RV9MZ	41	3657
9	UA0UV	33	2885
10	RA6MS	30	2652

SSB

1	RA6CT	115	9784
2	RV9UF	93	7675
3	RK3TM	78	7136
4	RW3DFQ	79	6842
5	UA6ADC	72	6710
6	RZ9UL	48	4333
7	RN3FY	47	4166
8	U5RK	49	3971
9	UA3ICF	36	3115
10	EW8RX	31	2651
11	RV3AZ	28	2254
12	RN9AAA/9	18	1588
13	RU3AG	17	1367
14	RV6BO	14	1297
15	RA6HCN	14	1096
16	UA6HON	11	790
17	UA1FA	9	762

Mixed

1	RZ3AZ	254	21476
2	UU0JX	175	15813
3	RV3FI	150	12969
4	UA9AOL	147	12444
5	RK9CR	123	10309
6	RW3AI	121	10206
7	RA1QGO	98	8066
8	UA9FM	64	6086
9	UA3YAM	65	6040
10	RV9CVA	71	6028
11	U3DI	68	5761
12	UA3WX	30	2528
13	RA9DP	27	2061

"Память — 2004"

Коллективные радиостанции

SSB

1	RK9JWI	122	10094
2	RK3ZWU	110	9236
3	RZ3DXG	55	4819
4	RZ9OWN	52	4286
5	RK4YWO	26	1939

Mixed

1	RU9CWO	51	4073

"Память — 2004"

SWL

SSB

1	RZ3AGT/SWL	84	6781
2	UA9-165-946	21	3876

Mixed

1	R3A-847	230	18360



Дипломы

"Звездный патруль". Этот диплом учрежден в память о первопроходцах космоса коллективом радиоклуба "Подлипки" (г. Королев, Московская обл.) при поддержке РКК "Энергия" им. С. П. Королева, Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, Союза радиолюбителей России, Регионального отделения СРР Московской области и при участии радиолюбителей Звездного Городка.

Чтобы получить диплом, надо набрать не менее 30 очков за двусторонние радиосвязи с радиостанциями, работающими с борта орбитальных станций и космических кораблей, с радиостанциями космонавтов, с коллективными радиостанциями R3K (РКК "Энергия") RK3DWH (радиоклуб "Подлипки"), RK3DZB (Звездный Городок), с радиостанциями членов радиоклуба "Подлипки" и с радиолюбителями Звездного Городка.

За QSO с радиостанциями, работающими с орбитальных станций и космических кораблей, начисляют по 15 очков; с радиостанциями космонавтов, работающими с Земли, — по 10 очков; с коллективными радиостанциями R3K, RK3DWH и RK3DZB — по 5 очков; с членами радиоклуба "Подлипки" и радиолюбителями Звездного Городка — по 2 очка. За радиосвязи, проведенные в неделю активности (в 2005 г. она будет проходить 11—17 апреля), очки удваиваются.

Связи с радиостанциями, работающими с орбитальных станций и космических кораблей, а также с радиостанциями космонавтов, работающими с Земли, засчитывают с 1 ноября 1983 г., а с остальными радиолюбителями — с 1 января 2005 г. С каждой радиостанцией идет в зачет одна радиосвязь независимо от диапазона и вида излучения. Связи, проведенные в автоматических режимах, через почтовые ящики, ретрансляторы, роботы и т. д., не засчитывают.

Наблюдателям диплом выдают на аналогичных условиях.

Для получения диплома за подписью одного из космонавтов необходимо набрать не менее 60 очков.

Стоимость диплома с учетом пересылки для радиолюбителей России — 90 руб., для остальных радиолюбителей — 5 USD (10 IRC) или эквивалентная сумма в рублях.

Заявку на диплом составляют в виде выписки из аппаратного журнала и заверяют у двух коротковолновиков. Вместе с копией квитанции об оплате ее направляют по адресу: **А. С. Давыдову, Ново-Мытищинский пр-т. 52-111, Мытищи–18, Московская обл., 141018, Россия.** Оплату диплома делают почтовым переводом по этому же адресу. QSL-карточки к заявке прилагать не надо, но за радиосвязи, вызывающие сомнение, менеджер диплома может их запросить.

Дополнительную информацию о дипломе можно получить по e-mail: **RN3DK@mail.ru**.

Позывные коллективных радиостанций, дающих очки на диплом: R3K, RK3DWH, RK3DZB.

Позывные радиолюбителей — членов радиоклуба "Подлипки": RA3DFC, RA3DUT, RA3FC, RK3DID, RK3DN, RK3FA, RK3FN, RN3DC, RN3DK, RU3DOG, RU3DUV, RV3DAR, RV3DLF, RV3DLS, RV3DMG, RV3DPP, RV3DR, RV3DTU, RV3FF, RV3FW, RX3DCX, RX3DPK, RX3DTN, RZ3DDD, RZ3DDT, UA3DKF, UA3DNW, UA3DRP, UA3DVB, UA3FA, UA3GG.

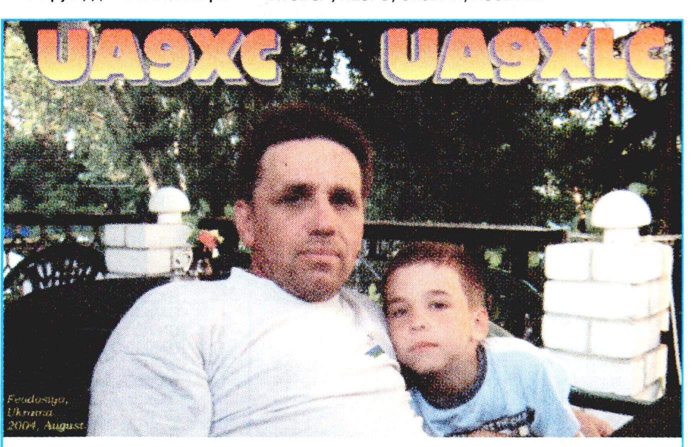
Позывные космонавтов: DP1MIR, DP0MIR, DP3MIR, ED4ISS, F5MIR, F6MIR, GB1MIR, OE0MIR, ON1DWN, PI9ISS, R2MIR, R3MIR, R4MIR, RK3AP, RK3DUD, RK3DUG, RK3DUO, RK3DUP, RN3DT, RV3BC, RV3BL, RV3BS, RV3DB, RV3DD, RV3FB, RV3FP, RW3FU, RZ3FK, RZ3FT, RZ3FU, U0MIR, U1MIR, U2MIR, U3MIR, U4MIR, U5MIR, U6MIR, U7MIR, U8MIR, U9MIR, VK5MIR.

Позывные радиолюбителей Звездного Городка: RV3DSA, RZ3FO, UA3DKR, RU3DNN.

И в шутку, и всерьез...

Чтобы не запутаться, в какую сторону переводить стрелки часов при переводе с летнего времени на зимнее и обратно, нужно помнить, что они всегда переводятся на один час к теплу. Весной – лето впереди (а значит, и тепло впереди), стрелки переводят на один час вперед; осенью – лето позади (а значит, и тепло сзади), стрелки переводят на один час назад. Легко запоминается, не правда ли?

Прислал ***Владимир Рубцов*** (UN7BV)



Помощь редакции журнала "Радио" и Союзу радиолюбителей России со стороны Андрея Первакова (UA9XC) во многом способствовала успешному проведению мероприятий, посвященных 100-летию со дня рождения Э. Т. Кренкеля. На фотографии (QSL) — Андрей вместе с сыном Ильей, который по примеру отца освоил любительскую радиосвязь и получил позывной UA9XLC.

Соревнования

Мемориал "Победа 60"

В знак глубокого уважения и благодарности участникам Великой Отечественной войны, не щадившим своих жизней в борьбе с фашизмом, Комитет СРР по работе с ветеранами Великой Отечественной войны и радиолюбителями-инвалидами проводит мемориал "Победа 60". Для участия в мемориале приглашаются радиолюбители всех стран мира.

Мемориал пройдет в три тура: первый — с 6 UTC 5 мая до 20 UTC 8 мая; второй — с 20 UTC 8 мая до 20 UTC 9 мая; третий — во время проведения международных соревнований CQ-M с 12 UTC 14 мая до 12 UTC 15 мая. Торжественное открытие мемориала состоится в 5 UTC 5 мая на частоте 7050 кГц через радиостанцию RP3A. Вахта Памяти состоится в 8 UTC 8 мая на частоте 7050 кГц. Проведет ее радиостанция RP3A. Мемориальные радиостанции России будут использовать префикс RP, Украины — EO, Казахстана — UP, Белоруссии — EV (цифры 1 — 8), Азербайджана — 4K1V, Молдовы — ER9V.

Группы участников: ветераны Великой Отечественной войны, труженики тыла (участники мемориала, родившиеся до 31 декабря 1931 года и не вошедшие в первую группу), коллективные мемориальные радиостанции, индивидуальные мемориальные радиостанции, коллективные радиостанции, индивидуальные радиостанции, радиолюбители четвертой категории (только диапазон 160 метров), радиолюбители-наблюдатели.

Участникам 1-й, 2-й, 3-й и 4-й групп засчитываются связи с любой любительской радиостанцией мира независимо от того, к какой группе участников она относится. Участникам, входящим в 5-ю, 6-ю, 7-ю и 8-ю группы, засчитываются связи (наблюдения), проведенные с участниками только 1-й, 2-й, 3-й и 4-й групп. Участникам всех групп связи, проведенные в соревнованиях CQ-M, засчитываются в соответствии с программой мемориала.

В зачет принимаются радиосвязи, проведенные на всех КВ диапазонах (кроме WARC) телеграфом, телефоном или в смешанном (CW/SSB) режиме. Повторные связи засчитываются в разных турах, а внутри каждого тура — на разных диапазонах.

Радиолюбители-наблюдатели фиксируют двусторонние связи, проведенные с участниками первых четырех групп. Повторные наблюдения по любому из двух позывных на одном и том же диапазоне внутри тура не засчитываются.

Подведение итогов мемориала производится на основании присланных отчетов. Радиосвязи с участниками 1-й, 2-й, 3-й и 4-й групп, отчеты которых не будут получены конкурсной комиссией, а с участниками 5-й, 6-й, 7-й и 8-й групп будут засчитаны только в том случае, если их позывные встретятся не менее чем в трех отчетах (кроме проверяемого). Все полученные бумажные отчеты вводятся в компьютер вручную. Конечный результат для всех участников мемориала определяется суммой зачетных связей, подтвержденных присланными отчетами.

Занятые места в мемориале определяются раздельно по группам участников в многодиапазонном зачете (для 6-й группы — по результатам работы на диапазоне 160 метров). Ценными призами награждаются участники, занявшие 1—3-е места в каждой зачетной группе (при условии не менее пяти участников в зачетной группе).

Поощрительными призами будут награждены участники 1-й, 2-й, 3-й и 4-й групп (не менее пяти участников в зачетной группе), если они:

— проведут наибольшее число связей в многодиапазонном зачете;

— проведут наибольшее число связей на диапазоне 160 метров;

— установят связи с представителями наибольшего числа различных субъектов Российской Федерации в многодиапазонном зачете (с одним и тем же регионом засчитывается связь только один раз за весь период мемориала, максимально возможное число регионов — 89, при связи с радиостанцией, работающей через дробь, в отчете указать ее QTH);

— в многодиапазонном зачете проведут наибольшее число связей (среди юношеских мемориальных радиостанций — школьные, детские или подростковые клубы, СЮТ, ПТУ и т. д., возраст каждого оператора должен не превышать 18 лет).

Поощрительными призами будут награждены участники 5-й, 6-й, 7-й и 8-й групп (не менее пяти участников в зачетной группе), если они:

— проведут наибольшее число связей в многодиапазонном зачете среди юношеских коллективных радиостанций (школьных, детских клубов, СЮТ, ЦТТМ, ПТУ и т. д., возраст каждого оператора должен не превышать 18 лет);

— проведут наибольшее число связей в многодиапазонном зачете (операторы — женщины);

— проведут наибольшее число связей в многодиапазонном зачете (операторы — инвалиды 1-й и 2-й групп, раздельно для каждой группы).

Не допускаются к участию в конкурсах те мемориальные радиостанции, которые не представили отчет или не приняли участие в мемориале "Победа 59" без уважительной причины, а также участники, не представившие заверенный титульный лист.

Победители в группах коллективных и индивидуальных радиостанций, которые работали в мемориале специальными позывными сигналами, не предусмотренными настоящим Положением, не определяются. В то же время эти радиостанции могут на общих основаниях получить диплом "Победа 60".

Участники мемориала и все желающие приглашаются быть спонсорами с правом присуждения специальных призов или представлением финансовой помощи.

Всем участникам мемориала, приславшим отчет (заявку) и выполнившим условия диплома, вручается диплом "Победа 60". Для получения диплома необходимо:

— мемориальным радиостанциям провести не менее 1000 QSO;

— операторам коллективных мемориальных радиостанций провести не менее 500 QSO;

— радиолюбителям четвертой категории провести не менее 15 QSO;

— остальным участникам провести не менее 60 QSO (SWL).

Ветеранам Великой Отечественной войны и труженикам тыла вручается диплом независимо от числа проведенных ими связей.

Диплом "Победа 60" и призы бесплатные. Желающие получить диплом на свой домашний адрес должны вместе с отчетом выслать квитанцию или копию почтового перевода об оплате стоимости пересылки диплома на сумму: для радиолюбителей России — 30 руб. или почтовыми марками, для радиолюбителей из стран СНГ и дальнего зарубежья — 1 у. е. Дипломы, за пересылку которых не поступила оплата, будут направлены в адрес национальных или региональных QSL-бюро.

Отчет должен содержать титульный лист и выписку из аппаратного журнала. Можно выполнить отчет на типовых бланках за КВ соревнования. На титульном листе указывают: число листов отчета, позывной, категорию и группу участника, фамилию, имя и отчество (полностью), дату рождения, домашний адрес с почтовым индексом (аб. ящ. не указывать). Инвалиды указывают группу инвалидности (только для группы 6). В отчете коллективной или мемориальной радиостанции необходимо указать ее принадлежность, позывной и дату рождения каждого оператора. Титульный лист должен содержать заверения участника(ов) о соблюдении настоящего положения, дату составления отчета и подпись участника(ов).

Выписка из аппаратного журнала содержит следующие колонки: дата, время (UTC), диапазон, позывной корреспондента, вид излучения, зачетная связь, регионы РФ, для отметок конкурсной комиссии. Внизу страницы приводятся суммарные данные о числе проведенных связей. Связи указываются в хронологическом порядке их проведения. Повторные связи не нужно отмечать или вычеркивать.

Если отчет выполнен в виде компьютерного файла в формате WinWord 7 на дискете 3,5 дюйма, то к ней необходимо приложить подписанную участником(ами) распечатку титульного листа. Кроме того, на дискете должна быть наклейка с позывным сигналом радиостанции.

Ветераны ВОВ и труженики тыла, не претендующие на призы за место в своей группе, могут представить краткий отчет "для контроля", содержащий только титульный лист с указанием даты и отрезков времени (начало—конец, в UTC) работы радиостанции и число проведенных связей на каждом диапазоне.

Отчет и квитанцию об оплате за пересылку диплома высылают по адресу: Сашенину Николаю Михайловичу, Россия, 193231, Санкт-Петербург, аб. ящ 80 или на e-mail: **rv1aq@admiral.ru**. Последний срок отправки отчета (по почтовому штемпелю) 15 июня 2005 г.

Дополнительную информацию о мемориале "Победа" можно получить за "круглыми столами" Оргкомитета радиоэкспедиции "Победа" по средам в 22 MSK на частоте 3630 МГц.

Работа в мемориале коллективных и мемориальных радиостанций допускается только в режиме "несколько операторов — один передатчик". В любой момент времени радиостанция может излучать только один сигнал. Мемориальным радиостанциям обязательно в течение каждого календарного часа не менее трех раз давать информацию о сущности исторических событий, которым они посвящают свой выход в эфир. По поручению Оргкомитета радиоэкспедиции "Победа" конкурсная комиссия осуществляет эфирный контроль за работой участников мемориала. Данные эфирного контроля будут использованы при проверке отчетов и при подведении итогов. Конкурсной комиссии предоставляется право запросить аппаратный журнал участника мемориала. Полученные отчеты не возвращаются и сохраняются в архиве Оргкомитета в течение трех лет.

Соревнования "Миру—мир"

Соревнования проводятся ежегодно во вторые полные субботу—воскресенье мая. В 2005 г. они начнутся в 12.00 UTC 14 мая и закончатся в 12.00 UTC 15 мая. Радиосвязи можно проводить CQ и SSB на любительских диапазонах 1,8; 3,5; 7; 14; 21 и 28 МГц. Общий вызов — CQ M.

Группы соревнующихся.

A1 — "оператор — один диапазон — только CW".

A2 — "один оператор — один диапазон — только SSB".

A3 — "один оператор — один диапазон — смешанный вид (CW и SSB)".

B1 — "один оператор — много диапазонов — только CW".

B2 — "один оператор — много диапазонов — только SSB".

B3 — "один оператор — много диапазонов — смешанный вид (CW и SSB)".

B4 — "один оператор — много диапазонов — смешанный вид (CW и SSB) — QRP", выходная мощность на пиках огибающей — не более 5 Вт, во время соревнований участник обязан передавать вместе с позывным .../QRP.

B5 — "один оператор — много диапазонов — смешанный вид (CW и SSB) — LP", выходная мощность — не более 100 Вт.

C — "много операторов — много диапазонов — смешанный вид (CW и SSB) — один передатчик".

D — "наблюдатели — много диапазонов — смешанный вид (CW и SSB)".

E — "ветераны Великой Отечественной войны".

F — "один или много операторов — смешанный вид (CW и SSB) — связь через радиолюбительские ИСЗ".

G — "радиостанции мемориала "Победа" — много операторов — много диапазонов — один передатчик — смешанный вид (CW и SSB)", участники, использующие специальные мемориальные позывные мемориала, выступают только в этой группе G.

Все участники могут одновременно выступать дополнительно в отдельном зачете в подгруппе F. При этом они предоставляют отдельный отчет с отдельной нумерацией связи с обязательным указанием в отчете точной частоты (±5 кГц) передачи (Freq UP) и приема сигнала через ИСЗ (Freq DWN) и названия ИСЗ.

Все участники могут одновременно выступать дополнительно в отдельном зачете в подгруппе F. При этом они предоставляют отдельный отчет с отдельной нумерацией связи с обязательным указанием в отчете точной частоты передачи (Freq UP), приема сигнала через ИСЗ (Freq DWN) и названия ИСЗ. Точность указания частоты — ±5 кГц.

Для радиостанций, выступающих в подгруппах C и G (много операторов), действует "10-минутное правило" смены диапазона. Начало работы на новом диапазоне определяется по времени первой связи с корреспондентом на этом диапазоне. В любой момент времени станция может излучать только один сигнал. Исключение — два одновременных сигнала на разных диапазонах могут излучаться в случае, если на втором (но только одном) диапазоне проводятся связи, дающие новые множители. Диапазон для взятия множителей также может меняться не ранее чем через 10 мин после проведения на нем первой связи. Связи, не дающие нового множителя и проведенные на другом диапазоне "по ошибке", следует также указать в отчете. Они не засчитываются, но не штрафуются и будут засчитаны корреспондентам.

Контрольный номер состоит из RS или RST и порядкового номера QSO, начиная с 001. За QSO со своей страной по списку стран для диплома Р-150-С начисляется 1 очко, за QSO с другими странами по списку диплома Р-150-С на своем континенте — 2 очка, за QSO с другими континентами — 3 очка. Каждая страна по списку для диплома Р-150-С (см. примечание) на каждом диапазоне дает один множитель. Результат вычисляется как произведение суммы очков по всем диапазонам и суммы множителей по всем диапазонам. Итоги подводятся во всех подгруппах в мире и по континентам.

Наблюдатели должны принять оба позывных и один контрольный номер (начисляется одно очко) или оба позывных и оба контрольных номера (три очка). За одну и ту же радиостанцию в каждом диапазоне очки разрешается начислять только один раз. Один и тот же позывной (в одностороннем наблюдении, без начисления за него очков) может встречаться в отчете на одном диапазоне не более 10 раз. У наблюдателей множителя нет.

Призами (плакетками) награждаются участники, показавшие наибольший результат в мире в группах B1, B2, B3, B5, C и G (при числе участников в группе не менее 10) . Медалями награждаются участники, показавшие наибольший результат в мире в группах A1, A2, A3 (при числе участников в группе не менее 5). Медалями награждаются участники группы E. Дипломами награждаются участники, занявшие первые пять мест в мире в группах B1, B2, B3 и B5, первые три места в мире в подгруппах C и D, а также первые три места на каждом континенте в группах A1, A2,A3, B1, B2, B3, B4, B5, F, G.

Поводом для дисквалификации участника могут служить нарушение им правил любительской радиосвя-

(Окончание см. на с. 72)

Общеизвестно, что для достижения эффективной работы радиостанции КСВ в фидере должен быть по возможности близким к единице. Практически всегда КСВ измеряют непосредственно у передатчика (трансивера) и именно это его значение используют для оценки эффективности антенно-фидерного тракта. Между тем потери в фидере, про которые нередко забывают или на КВ диапазонах просто считают небольшими, могут не только уменьшить мощность, поступающую в антенну, но и в значительной степени "улучшить" КСВ. Причем их влияние для некоторых типов коаксиальных кабелей заметно при длине фидера несколько десятков метров.

И уж совсем часто позабывают о том, что при КСВ, заметно отличающемся от единицы, в фидере возникают дополнительные потери мощности, которые могут свести на нет достоинства той или иной антенны. Это же явление может ограничить эффективность антенн, в которых в согласующих устройствах использованы коаксиальные кабели, работающие при больших значениях КСВ. В статье на примере нескольких типов отечественных коаксиальных кабелей показаны границы этого влияния.

КВ и УКВ

РЕТРО

Влияние КСВ на работу радиостанции

Канд. техн. наук **Я. ЛАПОВОК**

Большинство коротковолновиков используют для питания антенн фидеры, выполненные из коаксиального кабеля. Такой кабель не всегда легко согласовать с антенной, особенно если она предназначена для работы на нескольких диапазонах. При плохом согласовании в кабеле возникают стоячие волны, что ухудшает работу радиостанции по следующим причинам:

— снижается к. п. д. фидера, и, следовательно, общий к. п. д. передатчика; уменьшается реальная чувствительность приемника;

— снижается максимальная мощность, которую можно подвести к антенно-фидерному устройству;

— затрудняется согласование передатчика и приемника с антенно-фидерным устройством.

Однако сделать вывод о том, что имеющееся антенно-фидерное устройство будет работать заметно лучше, если снизить КСВ до 1 можно только после сравнения его характеристик при имеющемся КСВ и КСВ=1.

К. п. д. фидера и близость его режима к предельно допустимому могут быть определены расчетным путем. Приведенные на рис. 1—5 графики позволяют провести необходимые расчеты для фидеров, выполненных из следующих коаксиальных кабелей: РК 50-2-11 (РК-19), РК 75-4-11 (РК-1), РК 50-9-11 (РК-6) и РК 75-9-13 (РК-3). Конструктивные данные этих кабелей приведены в таблице.

С достаточной для практики точностью можно применить графики и для коаксиальных кабелей других типов (с волновым сопротивлением 50 и 75 *ом*), беря средние значения между данными, полученными для двух кабелей, наружные диаметры которых меньше и больше наружного диаметра примененного кабеля. На рис. 1, 2, 3 приведены зависимости к. п. д. фидера от его длины для любительских коротковолновых диапазонов при КСВ=1. На рис. 4 приведены зависимости к. п. д. любого кабеля от величины КСВ.

Рассмотрим пример применения графиков. На диапазоне 20 *м* используется фидер из кабеля РК 75-4-11 длиной 32 *м*; КСВ=3. Из графика рис. 1 определяем, что при КСВ=1 этот фидер имел бы $\eta=80\%$. Следовательно, из графика рис. 4 определяем реальный к. п. д.— 73%.

Рассмотрение графиков показывает, что при использовании кабелей с наружным диаметром 12 *мм* длиной до 30 *м* при изменении КСВ от 1 до 3—5 к. п. д. фидера не будет существенно отличаться от единицы, следовательно мощность, излучаемая

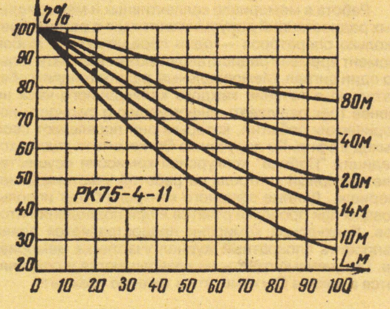


Рис. 1

антенной, будет постоянной. Этот вывод как будто противоречит результатам известного многим эксперимента: если при включенном передатчике с помощью согласующих элементов антенны менять степень согласования, то будет меняться напряженность поля. Все дело в том, что при изменении КСВ входное сопротивление фидера меняется, поэтому при неизменных положениях

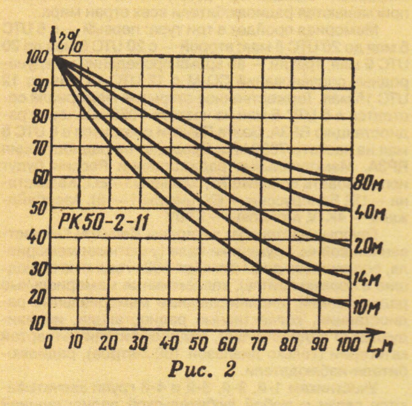


Рис. 2

органов настройки и связи выходного каскада передатчика соответственно меняется и мощность, отдаваемая в фидер. Если после каждой манипуляции с согласующими элементами подстраивать выход передатчика, то напряженность поля существенно меняться не будет.

При применении кабеля длиннее 30 *м* (или кабеля с наружным диаметром меньше 7 *мм*) увеличение КСВ до величин, превышающих 2—3, заметно ухудшает к. п. д. При коротком фидере ограничивающим КСВ фактором является мощность, которую можно подводить без опасности перегрева кабеля.

На рис. 5 приведены зависимости допустимой мощности от частоты для различных кабелей при КСВ=1. При КСВ>1 допустимая мощность равна величине P, деленной на КСВ в фидере. Например, если питание антенны на диапазоне 14 *м* осуществляется кабелем РК 50-2-11 при КСВ=3, то, в соответствии с рис. 5 $P=400$ *вт*, а допустимая мощность передатчика равна 133 *вт*. При ис-

Тип кабеля	Диаметр центрального проводника, *мм*	Наружный диаметр кабеля, *мм*
РК 50-2-11	0,68	4
РК 75-4-11	0,72	7,3
РК 50-9-11	7×0,09	12,2
РК 75-9-13	1,35	12,2

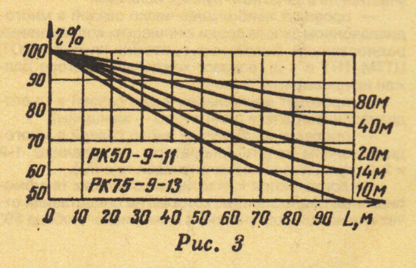


Рис. 3

Слово ленинградцам

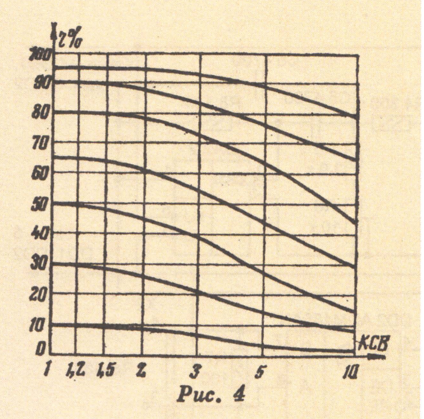


Рис. 4

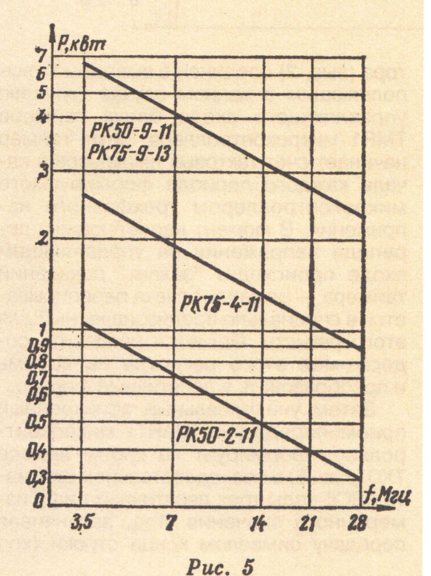


Рис. 5

пользовании кабеля с наружным диаметром 12 *мм* и максимальной мощностью, подводимой к выходному каскаду передатчика 200 *вт* (что соответствует выходной мощности не более 150 *вт*), кабель не перегреется при очень больших значениях КСВ.

Таким образом, во многих случаях единственным соображением, определяющим допустимую величину КСВ в фидере, является удобство его согласования с передатчиком или приемником. При КСВ=1 входное сопротивление фидера (независимо от его длины) равно входному сопротивлению антенны и волновому сопротивлению кабеля. При КСВ>1 входное сопротивление фидера равно входному сопротивлению антенны только в случае, когда электрическая длина кабеля равна целому числу полуволн используемого диапазона. Обычно фидер удается легко согласовать с выходом передатчика и входом приемника при любой его длине, если КСВ⩽2. Эту величину и следует считать границей, которую в большинстве случаев целесообразно не переходить.

1969, № 11, с. 28, 29

Цифровой индикатор положения антенны с сельсином

Александр ДОЛГИЙ, г. Москва

Многие доступные радиолюбителям приводы азимутального вращения направленных антенн снабжены электромеханическими датчиками углового положения вала — сельсинами. К сожалению, воспользоваться такими датчиками бывает затруднительно не столько из-за отсутствия индикаторной части устройства, сколько по причине сложности изготовления источника питания сельсинов, требующегося для их работы при включении по классической схеме. К тому же пара из сельсина-датчика и сельсина-индикатора не дает возможности получить отсчет угла в цифровой форме, что при сегодняшней популярности компьютерных систем управления (в том числе положением антенны) можно считать существенным недостатком.

Ниже будет описано простое устройство, подключаемое к сельсину-датчику, вместе с которым оно образует преобразователь угол—код. Несколько раз в секунду устройство передает последовательным кодом трехзначное десятичное число в интервале 0...359, соответствующее угловому положению вала сельсина в градусах. Началом отсчета (0°) может быть выбрано любое направление. Чтобы задать или изменить его, механически перемещать статор или ротор сельсина не требуется. Достаточно однократно замкнуть цепь установки нуля в момент, когда вал находится в нужном положении, например, когда антенна направлена точно на север.

С расположенным на рабочем месте оператора приемником-индикатором угла или компьютером преобразователь, находящийся у поворотного устройства антенны, соединяют четырехпроводным кабелем длиной до нескольких десятков метров. Подходит, например, стандартный кабель UTP для сетей Ethernet. В нем используют две из четырех обычно имеющихся витые пары проводов. По одной из них преобразователь передает информацию. По второй паре поступает постоянное напряжение 8...15 В для питания преобразователя (потребляемый ток приблизительно 35 мА). Отдельный источник питания сельсина не требуется.

Прежде чем рассматривать схемы преобразователя угол—код и индикатора, вспомним, как устроена электрическая машина, именуемая сельсином. Классическая конструкция имеет статор с трехфазной обмоткой, соединенной "звездой" или "треугольником", и ротор с однофазной обмоткой.

Если в обмотке ротора сельсина течет переменный ток, созданное им магнитное поле наводит в каждой обмотке статора переменное напряжение, амплитуда которого пропорциональна косинусу угла α между осями роторной и соответствующей статорной обмоток:

$$U_1 = kU_0\cos(\alpha);$$

$$U_2 = kU_0\cos(\alpha + 120°);$$

$$U_3 = kU_0\cos(\alpha - 120°),$$

где U_0 — напряжение на обмотке ротора; U_1—U_3 — значения напряжения на обмотках статора; k — "коэффициент трансформации" сельсина.

Обратное преобразование этих значений в угол поворота в электромеханических системах выполняет сельсин-индикатор или сельсин-приемник, конструктивно не отличающийся от сельсина-датчика.

Во многих случаях физически повторять вращение вала сельсина-датчика не требуется, достаточно лишь знать его текущее положение, преобразовав аналоговые значения U_1—U_3 в цифровые. С необходимыми для получения значения угла α вычислениями справится любой микроконтроллер.

Недостаток этого способа — в необходимости применения преобразователей напряжение—код, имеющихся далеко не в каждом микроконтроллере. И нужно их как минимум два: один преобразует в "цифру" значение U_1, второй — разность U_2–U_3, причем оба должны брать отсчет синхронно.

Существует, однако, способ измерения угла поворота вала сельсина, при котором преобразователи напряжение—код не требуются. Если подать на статор сельсина трехфазное напряжение, начальная фаза напряжения, снимаемого с ротора, будет равна углу его поворота относительно оси той из обмоток статора, фаза напряжения, приложенного к которой, принята за нулевую. Разность фаз легко определить, измерив интервал времени между пересечениями нуля в одну и ту же сторону напряжением на статорной и роторной обмотках.

Для работы в описанном режиме выпускают специальные электрические машины — вращающиеся трансформаторы. Но ничто не мешает применить и сельсин. Тем более, что пригодны для этого любые из них (в том числе бесконтактные): датчики, индикаторы, приемники и даже так называемые сельсины-трансформаторы, имеющие трехфазные обмотки как на статоре, так и на роторе.

Схема преобразователя угол—код, использующего этот принцип, приведена на **рис. 1**. Трехфазное переменное напряжение, подаваемое на статор сельсина BC1 (выводы 1—3), формирует микроконтроллер DD1. Период этого напряжения выбран равным 360×8=2880 мкс (частота 347 Гц), что позволяет легко переводить в градусы результат измерения интервала вре-

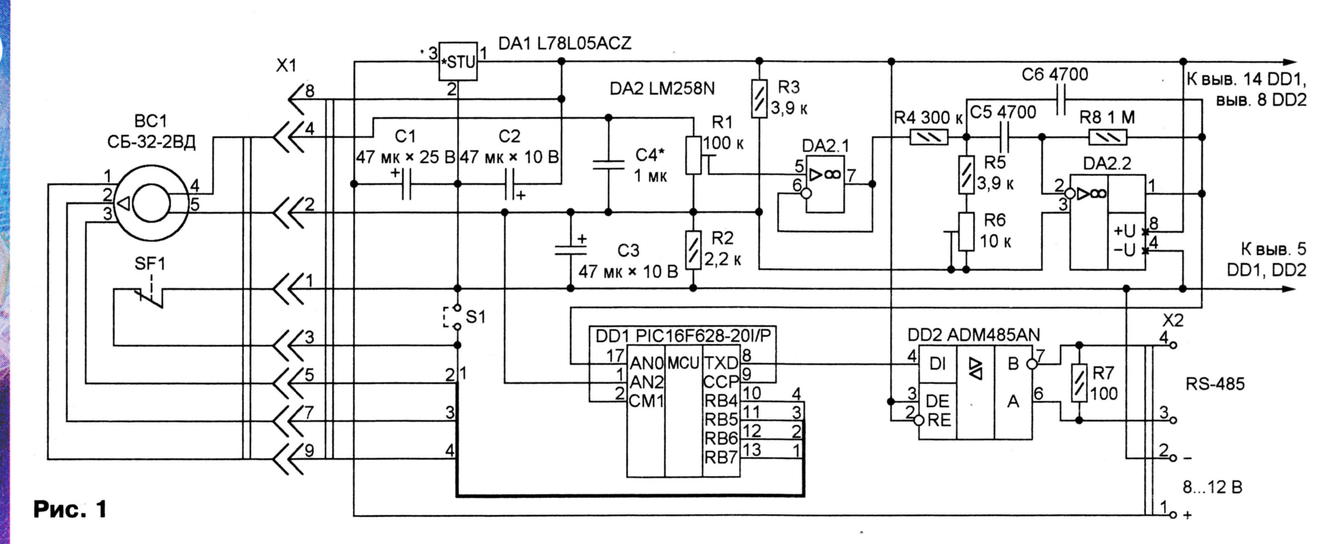


Рис. 1

мени, выраженный в микросекундах. Микроконтроллер DD1 необходимо запрограммировать в соответствии с **табл. 1**.

Размах напряжения, подаваемого на сельсин, значительно меньше номинального и не превышает 5 В. Поэтому в качестве BC1 можно применять сельсины, предназначенные для работы на частоте не только 400, но и 50 Гц.

Индуктивность роторной обмотки сельсина (выв. 4, 5) образует с конденсатором C4 колебательный контур, настроенный на частоту питающего напряжения. Это необходимо для выделения первой гармоники наводимого на ротор напряжения сложной формы — результата питания статора импульсным, а не синусоидальным напряжением.

Таблица 1

```
:020000040000FA
:020000003328A3
:080008006400AC000308AD0028
:100010000B1D1B280B1100001230810781082208DC
:100020002A208600A20B18288F018E010630A2001C
:10003000A10F1B28A0140C1D26280C11A01C26287B
:100040001508A3001608A4002014A0102D08830092
:100050002C080900820740345034103430342034E6
:100060006034403450348601980198178316980103
:100070001811333099009816810107308500 8F30B0
:100080008600831206309F00900110140630A200F3
:10009000005309700A00183160C1583120B178B16E1
:1000A0008B17201C51282308A5002408A600201027
:1000B000861F5C2820157128201D712820116400DE
:1000C000260883169A0005309B00E520201C662830
:1000D00020106400250883169A0004309B00E52058
:1000E0005128C030A5070318A60AF430A60705302A
:1000F000DF20A7000430DF20A502031CA603270889
:10010000A6020430A800A61F8D284030A5070318BA
:10011000A60A0B30A607A80B83280310A60C031809
:10012000A50AA50C0310A60C0318A50AA50C03101C
:10013000A60C0318A50AA50CB92000000C1E9E28C9
:100140000C122908303E990000000C1EA5280C1244
:100150002A08303E990000000C1EAC280C122B0817
:10016000303E990000000C1EB3280C120D3099008F
:100170005128AB01AA01A9019C30A5070318A60AC2
:10018000FF30A607A90A0318BC286430A507031886
:10019000A60A0030A607A903F630A5070318A60A89
:1001A000FF30A607AA0A0318CC280A30A5070318AF
:1001B000A60A0030A607AA032508AB00080083168C
:1001C0009B001C141A088312080083161C158B133D
:1001D00055309D00AA309D009C148B171C11831272
:0801E0008C1FF0288C130800AD
:02400E00553F1C
:04420800000000 00B2
:00000001FF
```

Рис. 2

На **рис. 2** показаны осциллограммы напряжения на конденсаторе C4, снятые цифровым осциллографом при двух положениях ротора сельсина. Там же имеется осциллограмма напряжения на одной из статорных обмоток (прямоугольные импульсы).

Даже после фильтрации контуром искажения остаются заметными. Чтобы устранить их полностью, в устройство введен еще один полосовой фильтр на ОУ DA2.2. Его настраивают на частоту 347 Гц подстроечным резистором R6. Размах напряжения на выходе фильтра (вывод 1 DA2) устанавливают близким к максимальному для примененного ОУ, приблизительно 3,5 В, с помощью подстроечного резистора R1. С указанным типом сельсина нужный размах достигается при среднем положении движка резистора. Если при замене сельсина снимаемое с его ротора напряжение окажется недостаточным, можно немного изменить схему, превратив повторитель напряжения на ОУ DA2.1 в усилитель.

Напряжение с выхода фильтра поступает на вход встроенного в микропроцессор DD1 компаратора (выв. 17), на его второй вход (выв. 1) подано образцовое напряжение, соответствующее "нулю" синусоиды. Выход компаратора (выв. 2) соединен с выводом 9, выполняющим в данном случае функцию управляющего входа блока таймера TMR1 микроконтроллера. Этот таймер начинает счет тактовых импульсов в начале каждого периода формируемого микроконтроллером трехфазного напряжения. В момент нарастающего перепада напряжения на управляющем входе происходит "захват" показаний таймера — результат счета переписывается в специально предназначенный для этого регистр. Остается разделить содержимое этого регистра на восемь и преобразовать в десятичный формат.

Затем универсальный асинхронный приемопередатчик (UART) микроконтроллера формирует на своем выходе TXD (выв. 8) в последовательном формате ASCII-коды трех десятичных цифр измеренного значения угла, заканчивая передачу символом конца строки (код

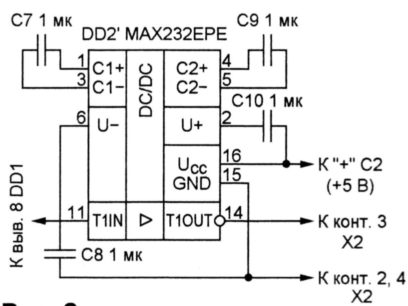


Рис. 3

0DH). Передача идет со скоростью 1200 Бод с одним стоповым битом. Бит четности отсутствует. Процесс измерения и передачи результата повторяется с периодом 123 мс (приблизительно восемь раз в секунду).

Учитывая, что расстояние между преобразователем, обычно установленным у привода вращения антенны, и индикатором на рабочем месте оператора может быть весьма значительным, для передачи информации между ними использован интерфейс RS-485, логически не отличающийся от известного RS-232, но с другими уровнями сигналов и согласованной витой парой проводов в качестве линии связи. Интерфейсу RS-485

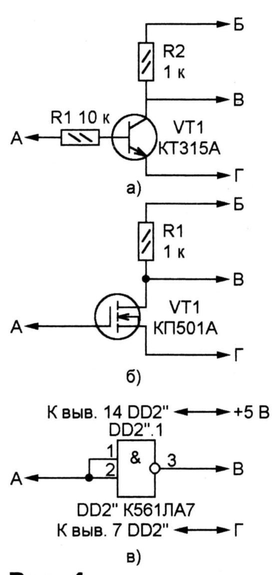


Рис. 4

присуща повышенная помехоустойчивость, что немаловажно для устройства, находящегося вблизи антенны мощного радиопередатчика.

Адаптер этого интерфейса — микросхема ADM485 (DD2) — дуплексная, но при высоком логическом уровне на выв. 2 и 3 она передает сигналы только от микроконтроллера в линию связи. Сопротивление резистора R7 равно волновому сопротивлению этой линии. Если ее длина невелика и уровень помех невысок, согласующий резистор можно не устанавливать, что значительно снизит потребляемый преобразователем ток.

Если по какой-либо причине использовать интерфейс RS-485 невозможно или нежелательно, не составляет труда перейти на обычный RS-232, заменив адаптер ADM485 одним из передающих каналов микросхемы MAX232. Эту микросхему или ее аналог (их много) включают по схеме, приведенной на **рис. 3**. При расстоянии между преобразователем и приемником информации (например, разъемом COM-порта компьютера) 1...2 м можно вообще отказаться от специализированного адаптера, заменив его простейшим инвертором на биполярном или полевом транзисторе (**рис. 4**,а, б) или инвертором—элементом микросхемы (рис. 4,в).

Цепь А во всех случаях соединяют с выв. 8 микроконтроллера DD1, цепь Г — с минусовым проводом источника питания (конт. 2 колодки X2). Цепь В — выход данных. Цепь Б узлов на микросхемах (см. рис. 3 и 4, в) соединяют с положительным выводом конденсатора C2 (см. рис. 1) или с другим источником напряжения 5 В. Аналогичную цепь транзисторных инверторов (см. рис. 4,а, б) соединяют с конт. 1 колодки X2 или с одним из контактов разъема COM-порта компьютера, принимающего информацию, на котором программно установлен высокий уровень напряжения. Можно питать инвертор и напряжением 5 В, однако сопротивление резистора в цепи коллектора (стока) транзистора в этом случае рекомендуется уменьшить вдвое.

Микросхема DA1 — стабилизатор напряжения питания микросхем преобразователя.

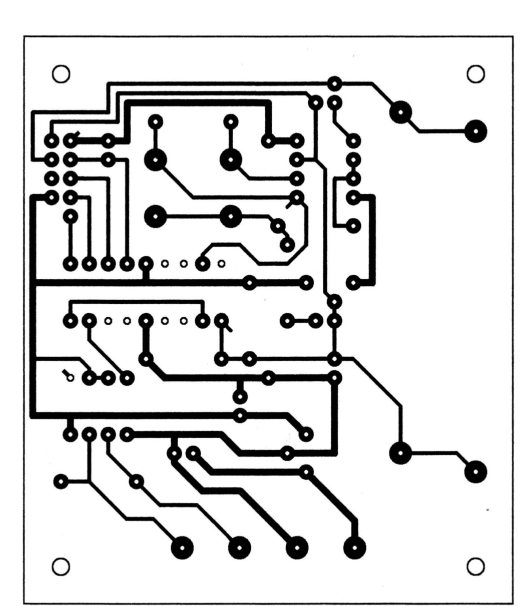
О назначении контактов SF1 следует рассказать подробнее. Обычная работа преобразователя происходит одинаково как при замкнутых, так и при разомкнутых контактах. Они показаны нормально замкнутыми только по соображениям помехоустойчивости. Но в момент замыкания контактов микроконтроллер запоминает текущее угловое положение ротора сельсина и в дальнейшем считает его нулевым.

Таким образом, установив на антенне контактный (или другой, например, магнитный или оптический с выходом "на замыкание") датчик направления точно на север, можно не заботиться о юстировке сельсина. Периодическая корректировка показаний помогает избавиться от систематической погрешности измерения угла при больших колебаниях температуры в месте установки преобразователя.

Если преобразователь находится в отапливаемом помещении, где температура постоянна, или ширина диаграммы направленности антенны превышает 10° (а именно таково большинство радиолюбительских антенн), температурной погрешностью можно пренебречь. В этом случае контакты SF1 исключают, оставив их цепь разомкнутой, а юстировку выполняют однократно, установив перемычку S1 в момент, когда антенна "смотрит" на север.

Заметим, что направление отсчета угла (по часовой стрелке или против нее) легко изменить, поменяв местами любые два из трех вывода статорной обмотки сельсина. Перемена мест выводов ротора приводит к изменению показаний на 180°, если, конечно, не была проведена повторная юстировка. Этим можно воспользоваться, когда на одном вращающемся основании установлены две антенны, направленные в противоположные стороны.

Печатная плата преобразователя изображена на **рис. 5**. Подстроечные резисторы R1 и R6 — СП3-19а или аналогичные. Для конденсатора C4 на плате предусмотрены два посадочных места, обозначенных как C4′ и C4″. Это позво-



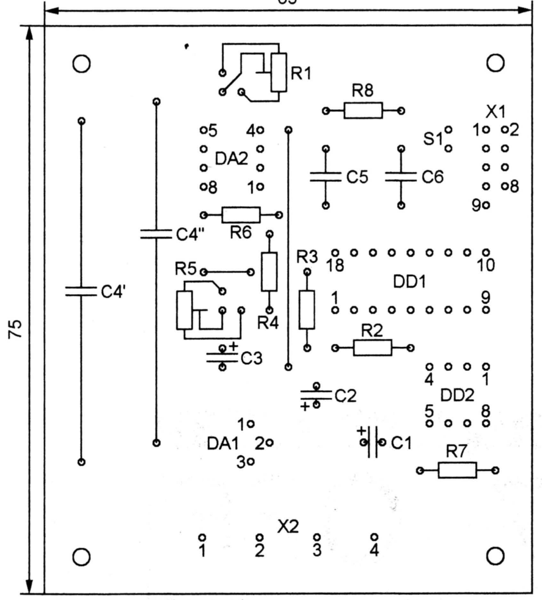


Рис. 5

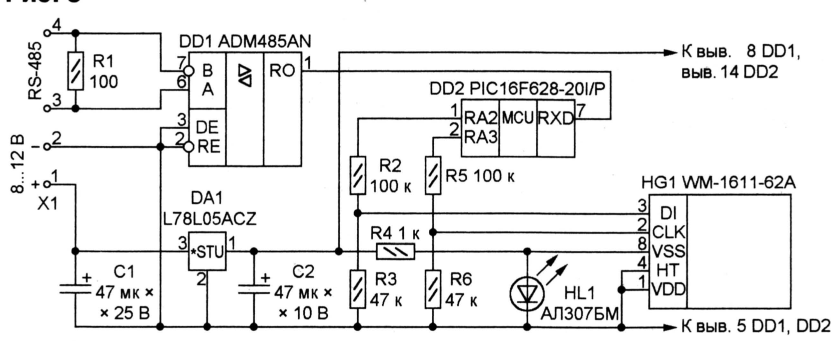


Рис. 6

ляет подобрать нужную для настройки роторной обмотки сельсина в резонанс емкость этого конденсатора, составив его из двух. Предпочтительный тип конденсатора С4 — К77-1, однако можно использовать и другие пленочные, обращая внимание, в первую очередь, на их термостабильность. Конденсаторы С5 и С6 — керамические КМ5б (ТКЕ М1500) или другие аналогичные.

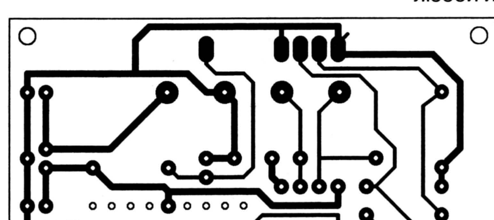
Разъем Х1 — вилка PLD-10R, с которой стыкуется кабельная розетка IDC-10F. Контактная колодка Х2 —Х977В-04 или другая с шагом контактов 7,62 мм.

Таблица 2

```
:020000040000FA
:020000001328C3
:08000800A7000308A80024086A
:10001000A3002508A4002608A5001A08A6002808A1
:10002000830027080900850107309F009801981771
:100030000831 60F30860098011811333099 00F33081
```

Микросхемы указанных на схеме рис. 1 типов имеют так называемый "industrial" интервал рабочей температуры. Они работоспособны при температуре до –40 °С. Если не предполагается использовать преобразователь при отрицательной температуре, их можно заменить более дешевыми "commercial" аналогами, например, установить LM358N вместо LM258N, ADM485JN — вместо ADM485AN.

Для приема и отображения предаваемой описанным выше преобразователем информации служит модуль, схема которого приведена на **рис. 6**. Контакты колодки Х1 соединяют кабелем с одноименными контактами колодки Х2 преобразователя. Провода, идущие к контактам 3 и 4, должны быть обязательно свиты между собой, а к контактам 1 и 2 — желательно свиты. Напряжение питания (8...12 В) можно подать на контакты 1 и 2 любой из колодок.



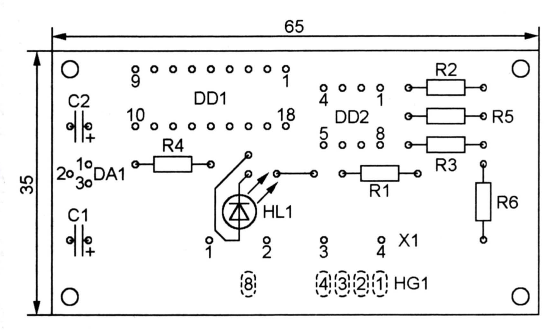


Рис. 7

Для повышения помехоустойчивости оденьте на кабель вблизи мест его подключения к колодкам по одному или несколько ферритовых колец. Марка феррита и типоразмеры колец не имеют особого значения, однако диаметр отверстия в них должен быть лишь незначительно больше внешнего диаметра кабеля.

Заметим, что интерфейс RS-485 — многоточечный. Он рассчитан на подключение к одной линии связи нескольких (до 256) абонентов. Соединительный кабель ведут от одного абонента к другому, обходя их поочередно, а согласующий резистор (R1 на схеме рис. 6) устанавливают только у физически последнего.

Информационный сигнал, поступивший на выв. 6 и 7 микросхемы DD1, она преобразует к уровням, приемлемым для микроконтроллера DD2. Он работает по программе, приведенной в **табл. 2**, решая очень простую задачу. Принятые символы он запоминает в буфере, а если принят "конец строки", выводит три предыдущих на "телефонный" ЖКИ HG1, формируя нужные для этого сигналы DI и CLK.Напряжение питания микросхем DD1 и DD2 стабилизировано микросхемой DA1, а индикатора HG1 — светодиодом HL1.



а) б)

Рис. 8

Таблица 3

```
[Settings]
Port=COM1
Baud=1200
Zero=0
Signed=NO
```

Длина и ширина печатной платы приемника, изображенной на **рис. 7**, такие же, как у платы индикатора HG1. Плата приемника укреплена под ней на стойках высотой 8 мм (стороны печати плат обращены друг к другу). Выводы платы ЖКИ соединены с соответствующими контактными площадками платы приемника отрезками гибкого изолированного провода.

Если выход преобразователя угол—код выполнен по стандарту RS-232, необходимо и в приемнике заменить адаптер интерфейса RS-485 адаптером RS-232. Его можно выполнить по схеме, аналогичной приведенной на рис. 4, подав входной сигнал на выв. 8 или 13 микросхемы MAX232, а выв. 9 или 12, соединив с выв. 7 микроконтроллера приемника-индикатора. При длине кабеля до 5 м и в отсутствие помех можно обойтись вообще без адаптеров, соединив выв. 8 микроконтроллера преобразователя непосредственно с выв. 7 микроконтроллера приемника.

Если преобразователь угол—код выполнен по исходной схеме (с интерфейсом RS-485) и нужно передать значение угла в компьютер, можно воспользоваться любым из рассмотренных ранее адаптеров, схемы которых изображены на рис. 3 и 4. Выход адаптера (цепь В) соединяют с цепью RXD (конт. 2 разъема СОМ-порта DB-9), а к общему проводу (цепь Г) подключают цепь SG (конт. 5 разъема DB-9). Вход адаптера (цепь А) соединяют с выв. 1 микросхемы DD1 (см. рис. 6). Временное подключение, например, для налаживания преобразователя, можно выполнить еще проще. Достаточно соединить конт. 2 и 5 разъема СОМ-порта DB-9 соответственно с конт. 4 и 2 колодки Х2 (см. рис. 2).

Для приема и отображения значения угла на экране компьютера разработана программа Azimuth. Подав сигнал преобразователя на разъем СОМ-порта компьютера и запустив программу, увидим на экране окно, показанное на **рис. 8**,а, с текущим значением угла. Если информация от преобразователя угол—код не поступает, окно программы приобретает вид, показанный на рис. 8,б. По умолчанию программа работает с портом COM1 и отображает полученное значение без всяких преобразований.

Программа AZIMUTH и программы для микроконтроллеров доступны на сайте журнала "Радио" по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/04/selsyn.zip>**.

Чтобы изменить настройки, необходимо поместить в одну папку с исполняемым файлом программы текстовый файл настройки Azimuth.ini. Его содержимое может быть таким, как показано в **табл. 3**.

Параметр Port может принимать значения COM1...COMn, где n — любая десятичная цифра. Если порта с указанным номером в компьютере нет или он занят, при запуске программы на экране появится сообщение с просьбой выбрать другой порт.

Параметр Zero — угловая поправка (целое число градусов). Она может быть положительной или отрицательной и автоматически суммируется с принятым значением. Результат приводится к интервалу, заданному параметром Signed. Если Signed=YES, значение на экране будет в интервале –179...+180°, в противном случае — 0...359°.

Редактор — С. Некрасов, графика — А. Долгий

Синхронный детектор и фазовый селектор боковых полос к радиоприемнику ИШИМ 003-1

В. АНДРИАНОВ, г. Киев, Украина

Блок НЧ. Схема блока показана на **рис. 4**. Сигналы НЧ1 и НЧ2 через переключатель боковых полос SB1 поступают на широкополосный фазовращатель, состоящий из шести фазовых звеньев, выполненных на ОУ DA1.1—DA1.4, DA2.1 и DA2.2. Упрощенная схема одного звена дана на **рис. 5**. Его модуль коэффициента передачи равен единице при R1 = R2 (всепропускающее звено), а фаза изменяется от 0 до 180° при изменении частоты. Частота настройки звена (сдвиг фазы 90°) определяется значениями R_i и C_i. В каждом канале фазовращателя включено по три звена. Выбором их частот удается добиться того, чтобы разность фазовых сдвигов в каналах $\varphi_I - \varphi_{II}$ равнялась 90° с равновеликими отклонениями $\Delta\varphi_m$ в некотором диапазоне звуковых частот от $f_н$ до $f_в$ (**рис. 6**).

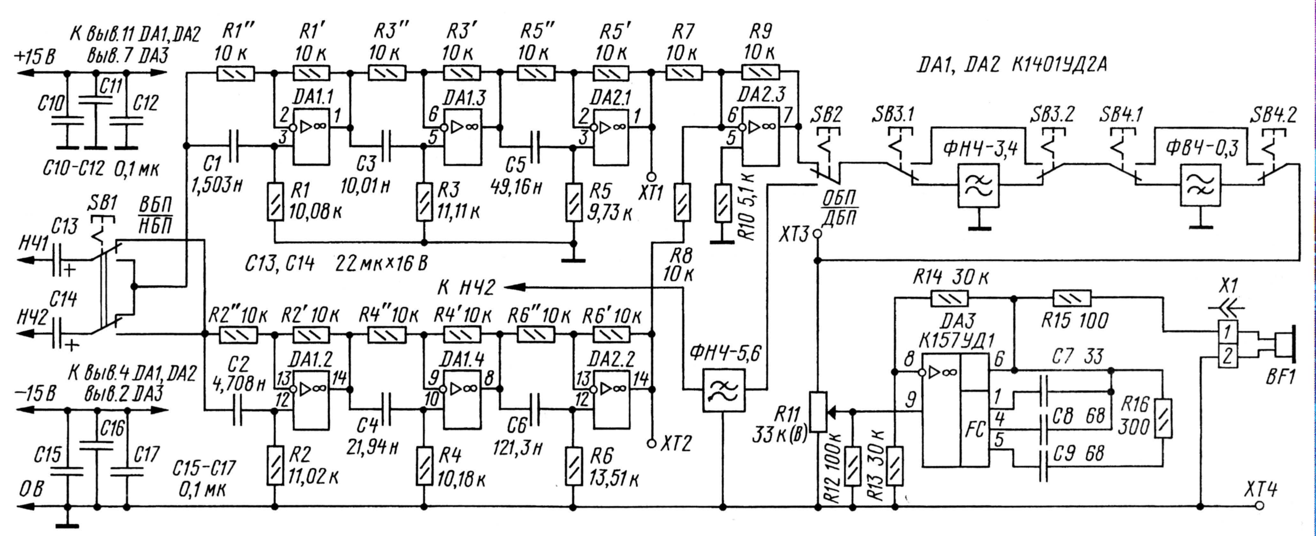


Рис. 4

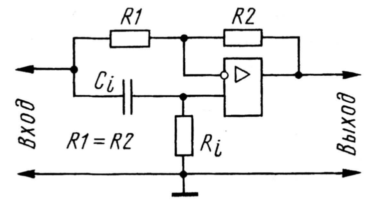


Рис. 5

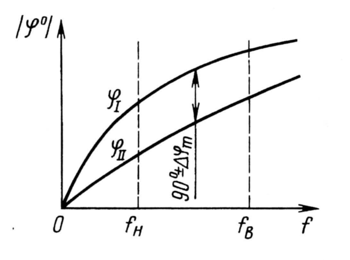


Рис. 6

Как иллюстрация, на **рис. 7** показаны отклонения фазового сдвига $\Delta\varphi$ от 90° для фазовращателя третьего порядка (два звена в одном канале и одно — в другом). Верхняя кривая показывает зависимость подавления α нежелательной боковой полосы от угловой частоты $\Omega = 2\pi f$. Видны три точки "бесконечного" подавления на тех частотах, где фазовый сдвиг равен точно 90°. Реально подавление $\alpha_{пи}$ там ограничено неточностью балансировки напряжений сигнала в каналах. На частотах Ω_m, а также на краях диапазона $\Omega_н$ и $\Omega_в$ подавление $\alpha_{п\varphi}$ ограничено отклонениями фазы $\Delta\varphi_m$.

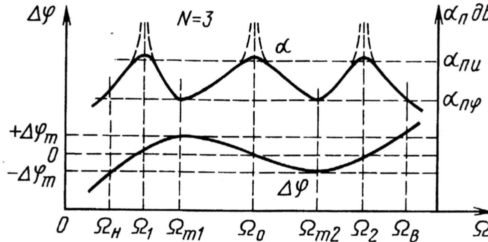


Рис. 7

Использованный в устройстве фазовращатель шестого порядка (см. рис. 4) обеспечивает шесть точек "бесконечного" подавления в полосе частот 300...3400 Гц и $\alpha_{п\varphi}$ не хуже 60 дБ. Однако, чтобы реализовать это подавление, нужен подбор всех элементов фазовращателя с точностью, по крайней мере, 0,1%. Сигналы с выходов каналов фазовращателя суммирует ОУ DA2.3. Окончательно сигнал фильтруют отключаемые фильтры ФНЧ-3,4 и ФВЧ-0,3 с частотами среза 3400 и 300 Гц соответственно.

Предусмотрен также прием в режиме ДБП с синхронным детектором, включаемый кнопкой SB2. При этом сигнал НЧ2 с выхода смесителя через ФНЧ-5,6 с частотой среза 5600 Гц поступает на отключаемые фильтры и далее регулятор громкости R11 и оконечный УМЗЧ, собранный по стандартной схеме на ОУ с повышенной выходной мощностью DA3. Его нагрузкой служат телефоны BF1 с "токовым" питанием через резистор R15.

Активные фильтры. На рис. 4 конкретные схемы фильтров не приведены, поскольку можно использовать разные их реализации, в зависимости от требований к селективности устройства. На месте ФНЧ-5,6 автор использовал ФНЧ второго порядка (**рис. 8**) с "гладкой" АЧХ (Баттерворта). Она имеет пологий спад от частоты 5,6 кГц и выше. Затухание достигает 17,5 дБ на частоте 20 кГц. В фильтре использован четвертый ОУ микросхемы DA2 (рис. 4).

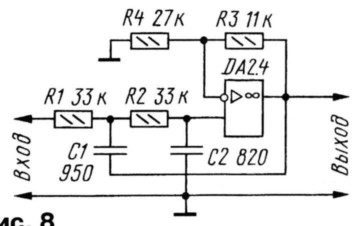


Рис. 8

Значительно сложнее фильтр ФНЧ-3,4 с "эллиптической" АЧХ (Золотарева — Кауэра), обеспечивающей максимальную крутизну спада в полосе задерживания на частотах выше 3400 Гц (**рис. 9**). Первое звено фильтра построено по той же схеме, что и в предыдущем фильтре, но отличается наличием резистивного делителя на входе R1R2, компенсирующего коэффициент передачи второго звена,

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2005, № 3

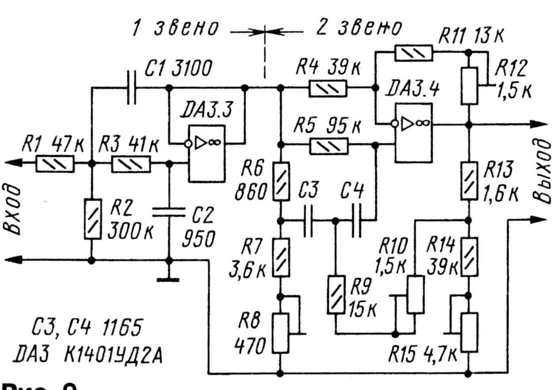


Рис. 9

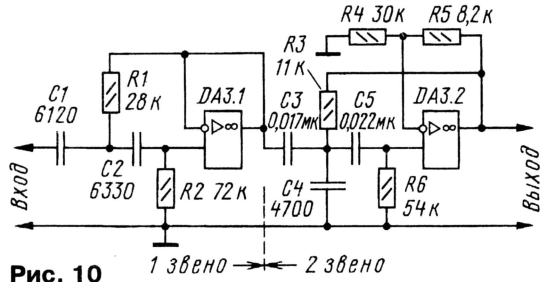


Рис. 10

больший единицы. АЧХ второго звена имеет "нуль" АЧХ на частоте 4 кГц, что и обеспечивает большую крутизну спада.

ФНЧ имеет "волнистую" АЧХ в полосе пропускания с тремя "провалами" на 1,25 дБ в области низких частот, на частоте 2,67 кГц и на частоте среза 3,45 кГц. В полосе задерживания АЧХ спадает до – 62 дБ на частоте 4 кГц ("нуль"), затем имеется подъем до –21 дБ на частоте 4,6 кГц и дальнейший спад до –40 дБ на частоте 18 кГц.

ФВЧ-0,3 также выполнен двухкаскадным (**рис. 10**). Он имеет монотонно спадающую АЧХ на частотах ниже 300 Гц, затухание на частоте 50 Гц достигает 70 дБ. В фильтрах ФНЧ-3,4 и ФВЧ-0,3 использованы ОУ микросхемы DA3 (нумерация продолжает начатую на рис. 4).

Детали. Трансформаторы полосового фильтра и катушка гетеродина намотаны на магнитопроводах из феррита 30ВЧ размерами 16×8×6 мм проводом МГТФ с диаметром по изоляции 0,5 мм. Магнитопроводы имеют два отверстия, в каждое из которых наматывают катушки L1`, L2` и L3, L4 соответственно. Каждая из них содержит по 54 витка. Катушка L5 содержит 17 витков (нижняя по схеме рис. 1 секция), намотанных в одно отверстие, и еще 45 витков — в другое. Соединительной линией может служить двухпроводный экранированный кабель длиной 1,5 м, используемый в стереофонической аудиотехнике.

К остальным деталям устройства предъявляются обычные требования. В контурах, фазовращателе и активных фильтрах следует использовать высококачественные конденсаторы с малым ТКЕ, например, К10-17 группы М47. Рекомендуется применить КПЕ С1 с воздушным диэлектриком 1КПВМ-2. Подгонку точных емкостей и сопротивлений выполняют с помощью цифровых измерительных приборов.

Налаживание и результаты. В блоке ПЧ (см. рис. 1) следует проверить АЧХ полосового фильтра и при небходимости подкорректировать ее подбором конденсаторов С2`, С10 (у автора их емкость составила по 1600 пФ), С4`, С5` С8, С9. Ток транзисторов составного повторителя VT2, VT3 (5...7 мА) устанавливают подбором резисторов делителя R11—R13, прохождение сигнала контролируют в контрольной точке XT3.

Наличие генерации проверяют осциллографом в контрольной точке XT1. Гетеродин настраивают на частоту 1860 кГц при отключенной системе ФАПЧ подстройкой конденсатора С1 и, при необходимости, подбором С2. Это удобно сделать, прослушивая 38-ю и 39-ю гармоники гетеродина (17670 и 18135 кГц) самим приемником "Ишим", для чего его антенный вход соединяют с XT2. Затем проверяют форму сигналов на управляющих входах ключей S1. Осциллограммы должны соответствовать рис. 2.

Балансировкой ОУ DA1.1 и DA1.2 (резисторы R19, R22) добиваются отсутствия постоянной составляющей в контрольных точках XT4 и XT5, а следовательно, и на выходе DA1.3 (XT6). Последнее можно проверить по незначительному сдвигу частоты гетеродина при включении и выключении системы ФАПЧ переключателем SB2.

АЧХ активных фильтров снимают, используя звуковой генератор и осциллограф или измеритель выхода. У автора при точном подборе элементов фазовращателя подавление нежелательной боковой полосы оказалось не менее 50 дБ без дополнительной подстройки. Контрольные измерения проводились при подаче немодулированной несущей на частотах биений.

Длительная эксплуатация приставки в условиях большого города (высокий уровень помех) выявила значительное улучшение приема слабых и дальних станций. Так, удавалось значительно снизить невнятные помехи от местной мощной станции "УР1" (207 кГц, г. Киев) при приеме станции "Маяк" (198 кГц, г. Москва). При приеме слабых АМ сигналов (ниже порога чувствительности индикатора настройки приемника) рекомендуется отключить систему ФАПЧ, настроить приемник по нулевым биениям на частоту несущей и включить ФАПЧ. Затем можно выбрать боковую полосу, наименее пораженную помехами. Появилась возможность наблюдать работу любительских радиостанций при отключенной ФАПЧ, в частности, в диапазонах 3,5...3,8 и 7...7,1 МГц (НБП) и 14...14,35 МГц (ВБП).

ЛИТЕРАТУРА

3. Справочник по расчету и проектированию активных RC схем. Под ред. Ланнэ А. — М.: Радио и связь, 1984.

4. **Зааль Р**. Справочник по расчету фильтров. Пер. с нем. — М.: Радио и связь, 1983.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Ведущие производители радиолюбительских коротковолновых направленных антенн в настоящее время предлагают в основном многодиапазонные антенны. К примеру, у фирмы OPTIBEAM [1] из 15 предлагаемых моделей только три однодиапазонные — это громоздкие антенны на диапазон 40 метров. Российский производитель RQUAD [2] заявляет 38 моделей, из которых тоже только три (на диапазон 40 метров) однодиапазонные.

Способы создания многодиапазонных антенн кратко рассмотрены в [3], там же приведен вариант трехдиапазонного (10, 15 и 20 метров) директора с применением коммутирующих вакуумных реле. В статье рассмотрен новый вариант директора — более простой по самой конструкции, по цепям питания реле, бума антенны и имеющий лучшие характеристики. Существо идеи состоит в том, что на диапазонах 10 и 15 метров использована вся длина директора диапазона 20 метров и нужный "директорный" эффект достигнут включением в центре директора реактивного элемента (катушки или конденсатора).

Для пояснения принципа действия такого директора рассмотрим модель антенны ВК (волновой канал), состоящей из рефлектора Р, активного вибратора А и директора Д. С помощью программы антенного моделирования MMANA [4] антенна оптимизирована на максимальное значение параметра F/B (Front-to-Back) и рассчитаны остальные параметры — коэффициент усиления G (дБд) в свободном пространстве и входное сопротивление $Z_{ВХ}$ = R + X. Весовые коэффициенты отдельных параметров в процессе оптимизации выбраны такими: F/B — 70 %, G — 18 %, X — 6 %, SWR — 6 %.

В MMANA использована автосегментация, параметры — по умолчанию (в том числе F/B в азимуте 180±60° и элевация до 60°). Расчет производился отдельно на диапазонах 20, 10 и 15 метров. Расстояния между активным элементом и рефлектором $S_{А-Р}$ и между активным элементом и директором $S_{А-Д}$ на каждом из диапазонов взяты такими же, как в антенне, описанной в [3], радиус проводников всех элементов принят равным 12,5 мм по всей длине.

ВК—20 (рис. 1). Рассчитана для центральной частоты f_0 = 14,15 МГц, $S_{А-Д}$ = 2,85 м, $S_{А-Р}$ = 3 м. В результате получаем G = 5,62 дБд, F/B = 21,06 дБ, $R_{ВХ}$ = 24,6 Ом, ширина полосы при КСВ не более 1,5 (с применением согласующего устройства СУ на входе антенны),

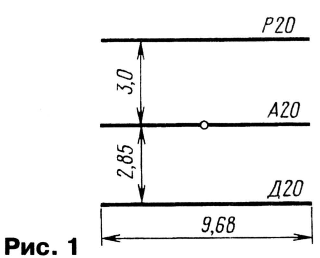


Рис. 1

$BW_{1,5}$ = 225 кГц и длина директора D = 9,68 м. Остальные расчетные данные в нашем случае не нужны и их не приводим.

Директорный элемент трехдиапазонной антенны

Эрнест ГУТКИН (UT1MA), г. Луганск, Украина

ВК—10. f_0 = 28,3 МГц, $S_{А-Д}$ = 2,85 м, $S_{А-Р}$ = 1,9 м. В этом диапазоне расчет производим в три этапа:

А — применен стандартный директор (**рис. 2**);

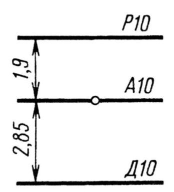


Рис. 2

Б — применен сдвоенный директор (**рис. 3**);

В — применен директор с размерами директора диапазона 20 метров, т. е. длиной 9,68 м (**рис. 4**). Необходимая фаза тока в директоре получена включением в центре элемента фазосдвигающей катушки индуктивности L10. Расчетные значения параметров сведены в **табл. 1**.

Расчет показывает, что вариант В, проигрывая по усилению всего 0,08 дБ, по остальным параметрам выгодно отличается от стандартного варианта А. Распределение тока вдоль директора в варианте В показано на рис. 4 внизу. Участок с током обратного направления в центре элемента составляет всего 7 % от общей длины, а максимум этого тока — около 45 % от максимумов в рабочей части директора и всего 11 % от максимума тока в активном элементе (MMANA позволяет произвести такую оценку).

Расчет показал, что при подводимой к антенне мощности $P_А$ = 1 кВт и добротности катушки Q = 250 тепловые потери в ней не превосходят 4,5 Вт. Была также проверена критичность индуктивности катушки L10 — рассчитаны параметры антенны при ее изменении на ±10 % от исходного значения 9,16 мкГн. При этом изменение усиления антенны оставалось в пределах ±0,2 дБ, а изменение F/B — в пределах от −0,8 до +0,2 дБ. Для сравнения отметим, что изменение, к примеру, длины любого элемента на те же 10 % полностью расстроило бы антенну.

Полезно также отметить, что при построении активного элемента по системе "open sleeve" [3] показатель F/B в варианте В вырастает до "приличного" значения 20 дБ.

Рис. 3

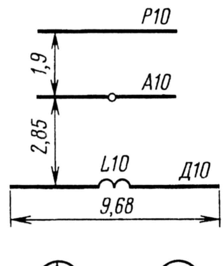


Рис. 4

Таблица 1

Вариант	F/B, дБ	G, дБд	$R_{вх}$, Ом	$BW_{1,5}$, кГц	L10, мкГн
А	12,91	6,51	27,2	528	—
Б	15,98	6,49	30,4	611	—
В	16,19	6,43	31,1	633	9,16

ВК—15. f_0 = 21,2 МГц, $S_{А-Д}$ = 2,85 м, $S_{А-Р}$ = 2,5 м. Рассчитываем два варианта:

А — применен стандартный директор (**рис. 5**);

Б — применен директор с размерами директора диапазона 20 метров, т. е. длиной 9,68 м (**рис. 6**). Необходимая фаза тока в директоре обеспечивается включением в центре элемента фазосдвигающего конденсатора С15. Расчетные значения параметров сведены в **табл. 2**.

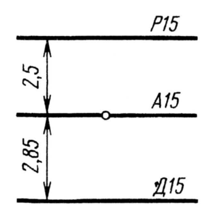


Рис. 5

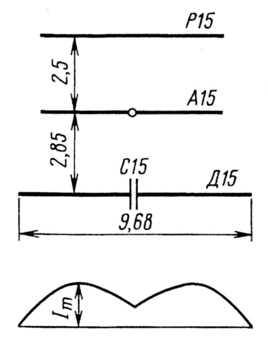


Рис. 6

Таблица 2

Вариант	F/B, дБ	G, дБд	$R_{вх}$, Ом	$BW_{1,5}$, кГц	С15, пФ
А	20,04	6,16	28,5	468	—
Б	24,83	6,13	32,4	570	6,6

Расчет показывает, что в варианте Б антенна проигрывает всего 0,03 дБ по усилению, зато значительно выигрывает по остальным показателям. Распределение тока вдоль директора в варианте Б показано на рис. 6 внизу. При вариации емкости конденсатора С15 на ±10 % усиление изменялось на 0,18 дБ, а F/B — в пределах 2,3 дБ.

При подводимой к антенне мощности $P_А$ = 1 кВт на частоте f_0 = 21,2 МГц расчетное значение напряжения на конденсаторе С15 — 1050 В и реактивная мощность — около 1000 вар.

Главный вывод из приведенных расчетов — это возможность создания эффективного трехдиапазонного директора на базе одного, самого длинного. Возможный вариант конструкции с применением двух реле приведен на **рис. 7**.

Алгоритм работы директора таков:

— замкнуты контакты обоих реле — диапазон 20 метров;

— замкнуты контакты реле К1 — диапазон 10 метров;

— замкнуты контакты реле К2 — диапазон 15 метров.

Конструктивно один директорный элемент вместо трех выгоден — это дает значительную экономию недешевых алюминиевых трубок, снижение парусности и веса, но главное, конечно, устраняет "конфликт" между директорами разных диапазонов. Все это, вместе взятое, делает целесообразным некоторое усложнение антенны, связанное с применением реле (в принципе, директор длиной 9,68 м может быть также эффективно использован и на диапазонах 12 и 17 метров путем установки дополнительных реактивных элементов и реле). Аналогично может быть выполнен и многодиапазонный рефлектор, в частности, на диапазоны 20 и 15 метров.

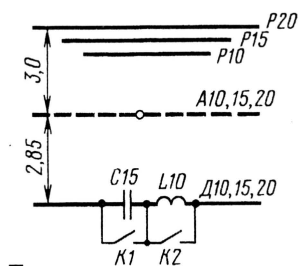


Рис. 7

Окончательное заключение можно будет сделать после проверки предложенного директорного элемента в реальной многодиапазонной антенне.

ЛИТЕРАТУРА

1. **www.optibeam.de**.
2. **www.quad.ru**.
3. **Гуткин Э.** Многодиапазонные направленные антенны. — Радио, 2004, № 2, с. 68, 69; № 3, с. 64—67.
4. **Гончаренко И. В.** Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование. MMANA. — М.: ИП Радиософт, журнал "Радио", 2004.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Краткая история коммутации: парадигма каналов

Александр ГОЛЫШКО, гл. эксперт "Комстар — Объединенные Телесистемы", г. Москва

"Только десять заповедей, а какой репертуар грехов!"

Юлиуш Вонтроба

Сначала было слово.

Слово, содержащее некоторую информацию, предназначенную для передачи от человека к человеку. И уже потом постепенно сформировалось осознание того, что для нормального информационного обмена необходимы средства связи (от голубиной почты и верблюжьих караванов до телефонов и компьютеров), а также соответствующие сети (от верблюжьих троп до волоконно-оптических магистралей).

А вот само "слово" в узком смысле научились передавать по сетям связи не так уж и давно. Почти полтора столетия назад (1860 г). Филипп Рейс, учитель из немецкого Гнельгаузена, занимаясь исследованиями органов слуха, изобрел аппарат, который назвал телефоном. Деталями первого в мире телефона (с крайне низким качеством передачи речи) служили пробка, вязальная спица, сломанная скрипка и гальванический элемент. Да и родилось то изобретение лишь потому, что в XIX веке строение уха понимали неправильно.

26 октября 1861 г. изобретение было представлено комиссии из членов Физического общества г. Франкфурта, которая вынесла такой вердикт: хорошая игрушка для детей. Цепь невероятных случайностей забросила позже одну из этих игрушек в Эдинбург, где Александр Грэхем Белл попытался применить ее для помощи глухим детям. И как позднее признавался сам, именно благодаря тому, что был незнаком с электротехникой, сумел сделать чрезвычайно простое (по сравнению с ним сломанная скрипка была просто вершиной технологии), но более совершенное устройство. Его первыми переданными по проводам словами были: "Мистер Уотсон, зайдите! Вы мне нужны". А. Г. Белл запатентовал телефон 14 февраля 1876 г. и, между прочим, лишь на 2 часа опередил некоего Элиша Грея.

Если бы вам довелось посетить Всемирную выставку 1876 г. в Филадельфии, то вы бы наверняка заметили там два хита, привлекавшие массу публики: постоянно перегорающую лампочку Эдисона и телефон Белла, "стреляющий" на целых 100 м. Кстати, уже в 1881 г. российское правительство утвердило "Основные условия устройства и эксплуатации городских телефонных сообщений в России".

Развитие технологий коммутации и связанных с ними экономических показателей являлось одним из определяющих факторов постоянного развития сетей связи различного назначения в течение полутора столетий. Для того чтобы лучше понять эти механизмы развития, совершим краткий экскурс в их историю развития, который поможет лучше разобраться в различных сетевых аспектах.

Итак, появление упомянутых в начале главы "первобытных" сетей связи было, несомненно, революционным событием в инфокоммуникационной сфере (о наступлении которой тогда никто еще и не подозревал). Однако их возможностей оказалось достаточно лишь для осуществления соединений типа "точка-точка", что при сколько-нибудь серьезном росте пользовательской базы сразу же делало размеры телекоммуникаций поистине угрожающими. Серьезными были и сетевые сооружения. К примеру, в 1850 г. в Российской империи действовала сеть телеграфной связи Санкт-Петербург — Варшава, в состав которой входили 220 башен с оптическим телеграфом Клода Шаппа. Впервые же подобный телеграф, состоящий из шеста и трех подвижных перекладин (устанавливаемых на крыше спецдомика), был предложен еще вниманию лидеров Французской Республики в 1789 г. В первой телеграфной линии Париж – Лилль (около 30 миль) сообщение передавалось "всего" за 45 минут.

Следует заметить, что слава Шаппа многим не давала покоя — был вариант Мюррея с 9 или 12 дверцами, открывающимися в специальной башенке, были проекты на базе трубопроводов: пневматического телеграфа (Роули, 1838 г.) и гидравлического телеграфа, над которым работали сразу несколько авторов.

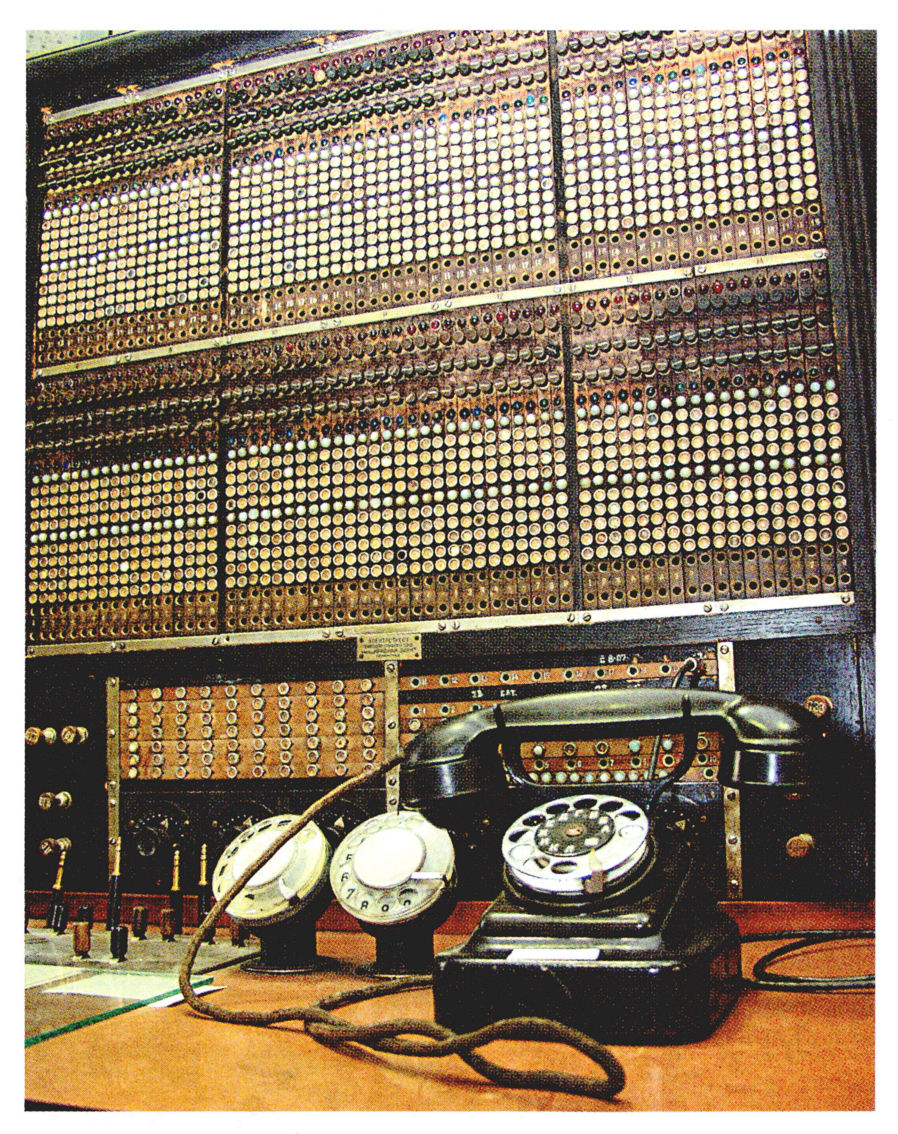
А еще телеграфы были флажковыми (ими до сих пор пользуются на флоте) и звуковыми. На современном языке подобные сети с установлением долговременных соединений называются сетями с **кроссовой коммутацией**, и их экономические показатели в части числа необходимых каналов связи прямо пропорциональны квадрату количества пользователей. Действительно, мало не покажется. Кстати, долговременной или кроссовой коммутацией называется такой способ коммутации, при котором между двумя точками сети устанавливается постоянное прямое соединение, длительность которого может измеряться часами, сутками или большим интервалом времени. Каналы, участвующие в организации таких соединений, называются выделенными.

Электрический телеграф выгодно отличался по многим параметрам, прежде всего скоростью передачи информации. Благодаря этому он и "пошел" так хорошо, что первыми столкнулись с проблемой экономии сетевого ресурса именно его "операторы", которые еще с 30-х годов XIX века пользовались соответствующим изобретением Самуэла Морзе (1837 г.), а до него телеграфией занимались Шиллинг, Кук, Уитстон, Вебер и Гаусс. Уже тогда стало ясно, что для упрощения (экономии) сетевой инфраструктуры желательно иметь средства для переключения линий, ведущих к пользователям. Заметим попутно, что передача данных исторически (и технически) возникла раньше дистанционной передачи голоса. Кстати, первый электрический телеграф создал по заказу австрийской армии член Мюнхенской академии наук Томас Зоммеринг, но неудачно — изобретение (как, впрочем, и первый телефон), более похожее на игрушку, было отвергнуто. Ну а ученые мужи Французской академии наук сделали тогда вывод о том, что оптический телеграф Шаппа никому и никогда не удастся превзойти. Вот так в борьбе "ученых мужей" с "игрушками" и "становилась на крыло" электросвязь.

Удивительно, что еще в 1850 г. родилась очень прогрессивная телеграфная коммутационная система Дюмона, использующая круговой вращательный искатель, ставший прообразом шаговых коммутаторов. Правда, эти идеи слишком обогнали тогдашнюю технологическую базу и остались незамеченными, на целое столетие передав пальму первенства в вопросах коммутации телефонистам. В телеграфе же в течение длительного времени использовалась коммутация с ручным переприемом, представляющая эстафетную передачу сообщений от телеграфиста к телеграфисту, как это, кстати, делают в автоматическом режиме современные коммутационные устройства. Впоследствии мир связистов неоднократно убедится в том, что "все новое — это хорошо забытое старое".

Мысли об экономии сетевого ресурса постепенно воплощались в "железо". Происходило это постепенно и разными способами, поэтому пора дать несколько основных определений. Процесс поиска и соединения электрических цепей называется **коммутацией каналов**, а сеть, обеспечивающая коммутацию каналов, называется **сетью с коммутацией каналов** (СКК). Узловые станции сети СКК называются **станциями коммутации**.

При коммутации каналов сначала создается сквозное соединение между входом и выходом системы связи, а затем по нему в режиме реального времени производится информационный обмен, причем вызовы, поступающие при занятости всех путей соединения, как правило, теряются. Информационный обмен в реальном времени определяет одну из основных сфер применения СКК — для передачи речи. Однако подобные системы имеют серьезный недостаток — относительно плохую эффективность использования каналов связи. То есть "один канал — один разговор" — не самая лучшая формула успеха. Операции с цифро-



Ручной коммутатор телефонных линий. Начало XX века. *Фото — Кирилл Ястребков, из архива ОАО МГТС.*

выми информационными сигналами сводятся к их записи и считыванию (т. е. физического соединения входа с выходом попросту нет — оно необязательно), что дает ряд понятных преимуществ в цифровых системах коммутации с технической и экономической точек зрения.

При передаче документальных сообщений, кроме организации связи с коммутацией каналов, возможно осуществлять поэтапную передачу сообщения от узла к узлу. Такой способ передачи получил название **коммутации сообщений**, а сеть, обеспечивающая их коммутацию, называется **сетью с коммутацией сообщений** (СКС).

Коммутация сообщений принципиально отличается от коммутации каналов тем, что выполняется не в режиме реального времени и потому не требует сквозного соединения между входом и выходом системы. При этом избыточные (с точки зрения возможности пропуска по сети) сообщения не теряются, а просто запоминаются и позже передаются с некоторой задержкой. Соответственно в системе связи на все время передачи информации (которое может быть значительным) образуются так называемые виртуальные соединения, что делает такую связь практически непригодной для передачи информации, критичной к задержкам.

Разновидностью сети СКС является **сеть с коммутацией пакетов** (СКП), в которой полученное от передающего пользователя сообщение разбивается на блоки (пакеты) фиксированной длины. При пакетной коммутации пакеты передаются по сети независимо, т. е. как только освобождается доступный канал связи (и необязательно по одному и тому же маршруту), и снова объединяются в сообщение перед выдачей принимающему пользователю. Таким образом, на приемной стороне передаваемое сообщение компонуется из пакетов, принятых в общем случае в разные моменты времени и по разным каналам связи. Узловые станции сетей СКС и СКП называются **центрами коммутации сообщений** (ЦКС) и **пакетов** (ЦКП) соответственно.

На практике число нулей или единиц, следующих подряд, в системе связи не ограничено. По этой причине на принимающей стороне при этом рано или поздно возникает проблема синхронизации временных шкал передатчика и приемника. Для решения этой проблемы существуют два метода передачи данных: **синхронный** и **асинхронный**. Асинхронным (или старт-стопным) называется способ передачи данных, при котором информация передается и принимается через нерегулярные интервалы времени, один символ за раз, с передачей приемнику сообщений, позволяющих определить, когда начинаются и заканчиваются биты данных. Синхронным (или изохронным) называется способ передачи, когда знаки генерируются в определенные моменты времени. Соответственно — это механизм распознавания начала блока данных и его конца, последовательность сигналов подтверждения связи, устанавливаемой между компьютерами или другими устройствами.

Асинхронный метод часто используется для относительно низкоскоростных каналов передачи и автономного оборудования. Синхронный метод применяется в скоростных каналах и базируется на пересылке синхронизующего тактового сигнала по отдельному каналу или путем совмещения его с передаваемыми данными.

Следует также знать, что при коммутации каналов относительно большое время затрачивается на организацию в начале сеанса последовательностей каналов, "прокладываемых" через инфокоммуникационную сеть. В свою очередь, коммутация пакетов, свободная от этого "недостатка" и происходящая в узлах коммутации в течение всего сеанса связи, осуществляется программным путем и поэтому имеет недостатки другого рода — у нее есть весьма ощутимые пределы увеличения скорости передачи. Поэтому появилась **быстрая коммутация пакетов** — цифровая технология, отличающаяся от традиционной коммутации пакетов по нескольким направлениям: применением единого формата пакетов для разных видов информации, что способствует повышению скорости передачи; использование пакетов фиксированной длины; полностью аппаратной реализацией (выполнение всех функций коммутации и маршрутизации реализуется только аппаратным путем). При этом удается сохранить преимущества обоих методов передачи в распределенных сетях: экономичность и надежность коммутации пакетов и высокую пропускную способность коммутации каналов. Укоренилось наименование такого асинхронного режима переноса информации — **ATM** (Asynchronous Transfer Mode), рекомендованное Международным союзом электросвязи (МСЭ). В России, кроме аббревиатуры ATM, в научной и технической литературе используются термины "асинхронный режим доставки" и "асинхронный режим переноса".

Редактор — А. Мирющенко

(Продолжение следует)



(Окончание. Начало см. на с. 61)

зи в стране или настоящего Положения, неспортивное поведение. В случае возникновения спорных ситуаций решение судейской коллегии является окончательным.

Отправка отчета по электронной почте (e-mail) предпочтительна, адрес (обратите внимание на изменение) — **cqm@srr.ru**.Отчеты в электронном виде высылаются по e-mail или на компьютерной дискете. Электронные отчеты выполняют в виде файла в формате Cabrillo, который может создаваться большинством контест-программ, и посылают как attachment (прикрепленный файл). В поле "Тема" адресного пространства письма надо обязательно написать ваш позывной и группу соревнующегося (например, RZ9IR A3). В теле письма желательно указать заявляемый результат, описать используемую аппаратуру, внести свои комментарии и пожелания. Отправителю будет автоматически высылаться подтверждение о получении отчета. Если подтверждение не будет получено в течение двух недель, рекомендуется отправить отчет повторно либо отправить запрос в адрес **ua0agi@andys.ru**.

Отчет на бумаге следует составлять в хронологическом порядке. На обобщающем листе должны быть ясно указаны: группа участника согласно п.5; позывной, использовавшийся в соревнованиях (специальный позывной); позывной участника, фамилия, почтовый адрес, подробная информация о заявленном результате; подписанное оператором (всеми членами команды) заявление о соблюдении настоящего Положения и правил любительской радиосвязи в своей стране. Участникам группы "много операторов" следует указать личные позывные и фамилии всех членов команды. Россиянам и участникам из других стран СНГ отчет следует отправлять не позднее 1 июля 2005 г. по адресу: 660049, Красноярск – 49, аб. ящ. 25464. Участникам из остальных стран отчет следует отправлять по адресу: "CQ-M" Contest Committee, P.O. Box 25464, Krasnoyarsk-49, 660049, Russia.

В список стран для диплома Р-150-С входят страны и территории мира по списку стран для диплома DXCC и следующие территории.

1. Республики в составе Российской Федерации, префиксы позывных RA—RZ, UA—UI и далее 1N, 4P, 4S, 4U, 4W, 4Y, 6E, 6I, 6J, 6P, 6Q, 6W, 6X, 6Y, 9W, 9X, 9Z, 0O, 0Q, 0W, 0Y (всего 21 республика).

2. Острова, принадлежащие России (всего 12 территорий): RA1O — о-ва Новая Земля, RA1O — о. Виктория, RA0B — о-ва Северная Земля, RA0B — о. Визе , RA0B — о. Уединения, RA0B — о. Ушакова, RA0C — о. Ионы, RA0F — Курильские о-ва, RA0F — о. Сахалин, RA0K — о. Врангеля, RA0Q — Новосибирские о-ва, RA0Z — Командорские о-ва.

3. Автономная республика Крым (территория Украины), префиксы позывных UR—UZ / EM—EO#J.

4. Центр ООН в Вене (Австрия), позывной 4U1VIC.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

В статье **В. Кляровского "Переключатель диапазонов усилителя мощности"** ("Радио", 2005, № 1, с. 65, 66) "горячий" вывод конденсатора C7 (рис. 1) должен быть подключен в общей точке между конденсаторами C8, C10, C11.

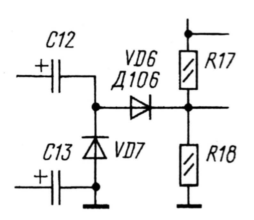
Емкость конденсатора C2 (рис. 2) — 9400 пФ. Он состоит из двух конденсаторов КВИ-3 4700 пФ ×10 кВ, включенных параллельно.

* * *

После выхода в свет статьи **В. Рубцова "Автономный КСВ-метр"** ("Радио", 2005, № 1, с. 62—64) обнаружена ошибка (отличие от авторского варианта) в рисунках печатных плат (рис. 3 и 4). Приводим их правильные **рисунки**.

* * *

В статье **В. Рубцова "Система голосового управления"** ("Радио", 2004, № 8, с. 72) на электрической принципиальной схеме пропущен диод VD6 (см. **рисунок**).



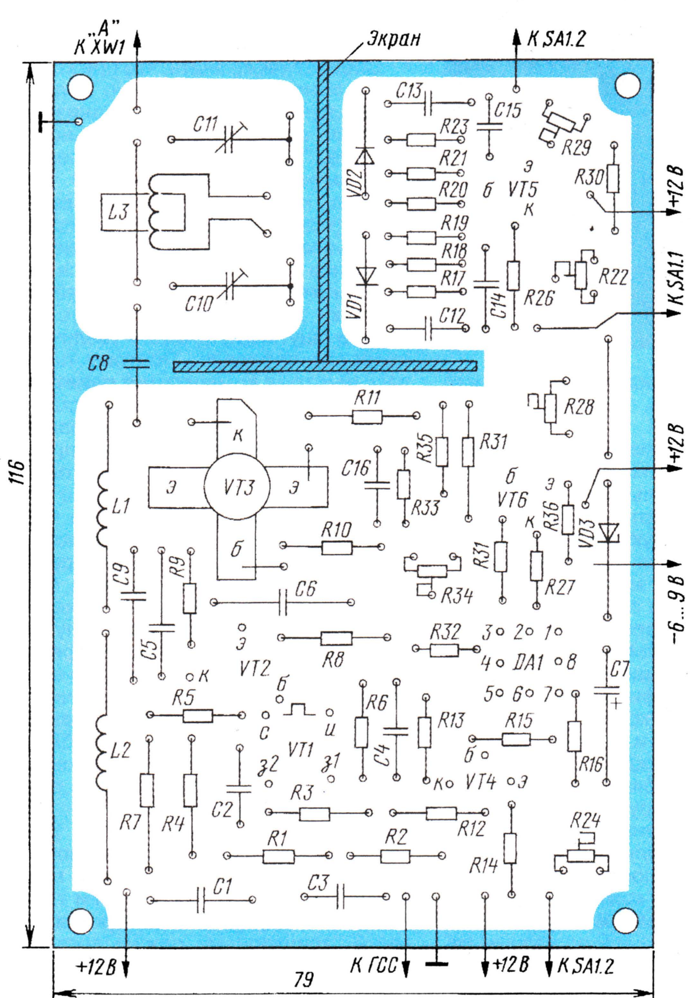


Рис. 3

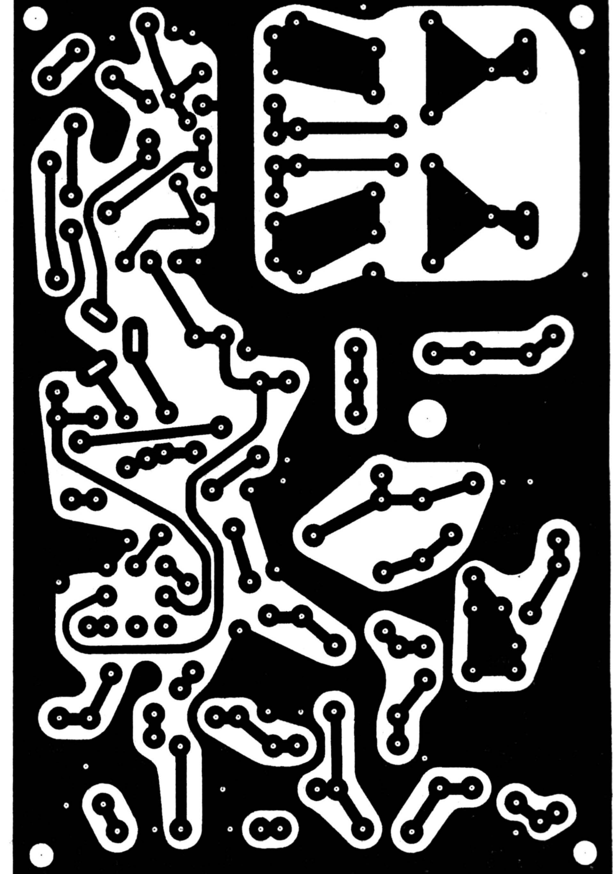


Рис. 4